N° 48

DISTRIBUTION

DES

RACINES MOTRICES

DANS LES MUSCLES DES MEMBRES

THÈSE

Présentée et publiquement soutenue à la Faculté de Médecine de Montpellier

Le 11 Août 1883

Par Émile FORGUE

Prosecteur à la Faculté de Médecine de Montpellier,
Ex-préparateur de physiologie (Concours 1880),
Lauréat de la Faculté (Concours 1879, Concours 1880),
Lauréat et membre de la Société de Médecine et de Chirurgie pratiques de Montpellier
(Concours 1882).

POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR EN MÉDECINE

MONTPELLIER

TYPOGRAPHIE ET LITHOGRAPHIE BOEHM ET FILS

IMPRIMEURS DE LA GAZETTE HEBDOMADAIRE DES SCIENCES MÉDICALES
ÉDITEURS DU MONTPELLIER MÉDICAL, DE LA REVUE DES SCIENCES NATURELLES,
DE LA SOCIÉTÉ LANGUEDOCIENNE DE GÉOGRAPHIE.

1883

PERSONNEL DE LA FACULTE

MM. J. BENOIT ✠ ✠..... Doyen
CASTAN..... } Assesseurs
COMBAL ✠ ..... }

PROFESSEURS :

Opérations et Appareils.....	MM. BOUISSON. O ✠ ✠, Doy. H.
Pathologie externe.....	BOYER ✠.
Accouchements.....	DUMAS ✠.
Clinique médicale.....	DUPRÉ ✠ C ✠.
Anatomie.....	BENOIT ✠ ✠.
Clinique chirurgicale.....	COURTY ✠.
Clinique médicale.....	COMBAL ✠ ✠
Clinique des maladies mentales et nerveuses....	CAVALIER ✠.
Physique médicale.....	MOITESSIER ✠.
Anatomie pathologique et Histologie.....	ESTOR.
Médecine légale et Toxicologie.....	JAUMES.
Clinique chirurgicale.....	DUBRUEIL ✠.
Chimie médicale et Pharmacie.....	ENGEL.
Hygiène.....	BERTIN-SANS.
Pathologie interne.....	CASTAN.
Thérapeutique et Matière médicale.....	GRASSET.
Botanique et Histoire naturelle médicale.....	PLANCHON ✠ ✠.
Physiologie (Chargé du Cours).....	LANNEGRACE.

MARTINS (O ✠) FONSSAGRIVES (O ✠), Professeurs honoraires.

CHARGÉS DE COURS DE CLINIQUES ANNEXES:

Clinique des maladies des enfants.....	MM. BATLLE.
Clinique des maladies syphilitiques et cutanées..	GAYRAUD.
Clinique des maladies des vieillards.....	HAMELIN.

AGRÉGÉS EN EXERCICE :

MM. JACQUEMET.	MM. CARRIEU.	MM. MORIEZ.
PECHOLIER.	MAIRET.	REGIMBEAU ✠.
GRYNFELTT.	CHALOT.	TÉDENAT.
DE GIRARD.	BIMAR.	DUMAS fils.
SERRE.	LANNEGRACE.	BLAISE.
ROUSTAN.	MOSSÉ.	VILLE.

M. F.-J. BLAISE, *Secrétaire*.

EXAMINATEURS DE LA THÈSE :

MM. BENOIT, *président* ;
ESTOR, professeur ;
CARRIEU, agrégé ;
BIMAR, agrégé.

La Faculté de Médecine de Montpellier déclare que les opinions émises dans les Dissertations qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leur auteur qu'elle n'entend leur donner ni approbation ni improbation.

A LA MÉMOIRE DE MA MÈRE

Regrets éternels !

A MON PÈRE

A MON FRÈRE GUSTAVE

Élève de l'École Centrale.

A MA SŒUR

E. FORGUE.

A LA MÉMOIRE DE MON ONCLE FÉLIX ALLEMAND

A mon Oncle Auguste ALLEMAND

A ma tante Louise EYRAUD

A TOUS MES PARENTS

E. FORGUE.

A MON PRESIDENT DE THÈSE

Monsieur le Professeur BENOIT

Doyen de la Faculté de Médecine.

A Monsieur le Professeur ESTOR

A MON EXCELLENT MAITRE

Monsieur le Professeur LANNEGRACE

Chargé du cours de Physiologie.

A Monsieur le Professeur GRASSET

A Monsieur le Professeur DUPRÉ

Sénateur des Hautes-Pyrénées.

A MESSIEURS LES PROFESSEURS AGRÉGÉS

CARRIEU, BIMAR, CHALOT

E. FORGUE.

A Monsieur CAZALAS

Ancien Président du Conseil de Santé des Armées.
Ancien Sénateur,
Commandeur de la Légion d'Honneur.

A TOUS MES MAITRES

A TOUS MES AMIS

E. FORGUE.

DISTRIBUTION

DES

RACINES MOTRICES

DANS LES MUSCLES DES MEMBRES

PLAN GÉNÉRAL.

Les anatomistes, comme le fait remarquer Erb, ne donnent que peu de renseignements sur la répartition des filets musculaires dans les racines motrices. C'est qu'en effet les procédés anatomiques les plus rigoureux, les macérations les plus prolongées dans un liquide dissociateur, sont ici des méthodes impuissantes ; l'exploration faradique seule peut permettre la dissociation expérimentale de ces faisceaux complexes et l'analyse physiologique de ces groupes de fibres.

C'est cette étude que M. Lannegrace a bien voulu nous proposer comme sujet de Thèse. On se heurtait ici à des subtilités de physiologie opératoire et à des obscurités d'observation ; sa direction assidue nous a permis de venir à bout de la première difficulté, son contrôle bienveillant de surmonter la seconde. Qu'il veuille bien accepter ici le témoignage public de notre profonde reconnaissance ; elle s'adresse à la fois au Maître affectueux qui, depuis le commencement de nos études, n'a cessé de nous soutenir de ses

conseils, et à l'ami bienveillant dont l'appui dévoué ne nous a jamais manqué.

Nous disposerons ainsi le plan général de notre sujet :

1° Introduction ;

2° Historique ;

3° L'exposé de nos expériences personnelles sur le plexus brachial et le plexus lombo-sacré : pour chacun de ces plexus, nous indiquerons les résultats des sections nerveuses et des excitations, soit des racines en totalité, soit de leurs branches diverses.

4° Nous avons tenté dans la quatrième partie l'adaptation à la clinique de nos résultats expérimentaux.

Assurément, nous ne pouvons prétendre, en cette œuvre, à la nouveauté absolue du sujet, à l'originalité complète de l'étude. Mais, comme nous l'avons dit ailleurs[1], on verra par l'exposé de la question que nous n'étions pas réduit à un rôle de redites inutiles et de traduction passive ; il nous restait à faire plus qu'une œuvre de critique inactive ou de contrôle impuissant ; nous avions encore matière à expériences originales et à conclusions nouvelles.

Si l'on trouve que dans notre travail tout n'est point élucidé, qu'il reste encore quelques points obscurs, quelques lacunes, qu'on veuille bien se souvenir du mot du Cl. Bernard : « On peut dire, quand un travail se présente avec des apparences de clarté universelle, qu'il est faux et en partie une œuvre d'imagination plus que d'expérience. »

[1] *Gazette hebdomadaire* de Montpellier, 1883.

INTRODUCTION

S'il faut admettre la précision remarquable des localisations en physiologie et en pathologie cérébrales, si l'écorce du cerveau a été exactement divisée en zones motrices spéciales, il faut bien reconnaître que, pour la moelle, toute recherche de topographie fonctionnelle est encore à faire, toute détermination précise de noyaux moteurs est à établir. C'est un reproche qu'on a fait assez souvent aux partisans à outrance des localisations cérébrales, que d'oublier trop l'axe bulbo-médullaire, de méconnaître son rôle dans l'élaboration des sensations, dans la coordination et l'adaptation des mouvements.

Nous n'en sommes plus à la physiologie spéculative d'Ehrenberg, qui considérait la moelle comme un gros nerf, ou de Valentin, qui la regardait comme le faisceau commun de tous les nerfs périphériques montant vers l'encéphale. La moelle ne se comporte point comme un conducteur inerte, mais plutôt comme un commutateur actif. Comme on l'a fort bien dit : « Le cerveau n'a que le pouvoir législatif; aux noyaux bulbo-médullaires seulement est dévolu le pouvoir exécutif [1] ». Exagérant cette tendance et renversant la hiérarchie admise, on a voulu attribuer un rôle trop important à cet axe médullaire trop deshérité : les centres corticaux n'étaient plus, suivant certains auteurs, que des surfaces à réflexes constants pour une excitation identique ; et les lois de Pflüger, applicables aux réflexes d'origine tégumentaire, réglaient aussi les réflexes d'origine corticale.

[1] Théorie des localisations cérébrales. Critique. Lannegrace, 1881.

Sans déposséder absolument les zones corticales de leur rôle moteur et sans pousser aussi loin cette réhabilitation de la moelle, il faut bien reconnaître que le trajet n'est point direct de l'écorce aux muscles, que les relations ne sont point immédiates entre les puissances à mouvoir et les centres corticaux moteurs. Comme l'a fait remarquer M. Couty, M. Ferrier lui-même parle d'un *tertium quid*, d'une influence intermédiaire qui « comme le feu follet, serait impossible à saisir ». Les physiologistes les plus exclusifs et les localisateurs les plus convaincus avouent donc cette importance des fonctions de la moelle ; ils reconnaissent les dégénérescences médullaires consécutives aux lésions corticales et seules capables d'expliquer les accidents post-cérébraux ; ils admettent l'intervention des modifications bulbo-médullaires, le fonctionnement compensateur, l'activité de suppléance et l'hyperexcitabilité des centres d'association de la moelle, pour justifier les guérisons des troubles cérébraux.

Sur cette route, prétendue directe, entre les centres corticaux et la périphérie, il faut donc interposer des relais médullaires. Il faut tenir compte de ces noyaux, étagés dans la moelle, qui sont le trait d'union entre l'encéphale et les muscles, qui constituent comme une étape d'élaboration, une station intermédiaire où les mouvements se coordonnent et s'adaptent, s'ils ne se créent absolument.

Car il ne peut point s'agir, pour la moelle, de véritables centres automoteurs, producteurs indépendants du mouvement, ainsi que les avaient rêvés Debrou et Landry. Si nous parlons de centres médullaires, c'est par commodité de langage plutôt que par assimilation absolue avec les centres corticaux. Nous verrons que le rôle des noyaux de la moelle est d'harmoniser les mouvements, de les coordonner, de les combiner ; ce sont des centres fonctionnels, comme l'a fait remarquer Jaccoud, puisqu'ils règlent et adaptent l'innervation d'une région ; mais

on ne peut réclamer pour eux l'autonomie absolue, la spontanéité dans la production du mouvement.

Réduits à ce rôle et limités à cette action, ces noyaux médullaires ont une grande fonction de régulation et de coordination mécaniques. C'est une condition absolue de l'association fonctionnelle des groupes musculaires synergiques, qu'il y ait une sorte d'harmonie préétablie, qu'il y ait une concordance parfaite, assurée par une disposition anatomique constante, entre certaines régions du système nerveux central et certains groupes musculaires.

Comme, en outre, la volonté est impuissante à rompre cette unité préétablie, à isoler, sans une éducation préalable et un apprentissage pénible, les diverses puissances d'un groupe musculaire associé; comme la moelle, privée de l'influence encéphalique, suffit, chez les animaux décapités, à maintenir l'harmonie des mouvements et l'opportunité des contractions, il en faut bien conclure que c'est dans la moelle qu'il faut placer le siège de cette association organique préétablie, qu'il faut rechercher la condition anatomique qui garantit cette régulation des mouvements.

Ce rôle de coordination médullaire est si actif; « la similitude est si grande, dit Jaccoud, entre les mouvements d'un animal décapité et les mouvements volontaires, que la distinction des deux ordres de phénomènes est une des plus grandes difficultés que rencontre le physiologiste dans ses vivisections ».

Sans admettre, comme Pflüger, une âme spinale ; sans parler de la conscience de la moelle, il faut reconnaître, chez les animaux décapités, une sorte d'instinct médullaire qui remplace la direction raisonnée des centres cérébraux : ce ne sont point, chez eux, des secousses tumultueuses, une agitation musculaire désordonnée ; ce sont des contractions régulières, associées, utilement combinées. Une oie décapitée bat des ailes : or, il faut pour cela l'action simultanée et harmonique d'un grand

nombre de fibres nerveuses ; sinon on ne voit pas pourquoi, comme le dit Müller, l'oiseau n'appliquerait pas tout simplement ses ailes contre son corps par un mouvement convulsif. Ce sont des mouvements complexes pour lesquels il faut le jeu régulier de puissances musculaires nombreuses, coopérant à un même résultat, unies pour un même effet.

Quelle est donc la disposition anatomique qui assure cette régulation médullaire ? Quelle est, pour ainsi parler, la *raison histologique* de cette fonction importante de coordination ?

Les recherches de Wagner, Bidder, Schröder van der Kolk, ont démontré le groupement des grandes cellules des cornes antérieures en systèmes naturellement associés ; il y a dans la moelle une série de groupes cellulaires qui sont autant d'unités histologiques définies. Schröder a comparé chacune de ces familles cellulaires à une pile qui peut être chargée par deux voies différentes : la fibre encéphalique, qui lui apporte l'impulsion volontaire, et la fibre réflexe centripète, qui lui transmet l'excitation périphérique : quel que soit le mode d'incitation, la voie de dégagement est unique, c'est la racine motrice.

Cette comparaison éclaire heureusement les rapports de l'innervation spinale et de l'innervation cérébrale ; elle permet de réconcilier ces deux puissances antagonistes : les centres conscients de l'encéphale et les centres inconscients de la moelle. Au lieu de l'éternel conflit entre la vie animale et la vie végétative, elle nous montre, tout en respectant la supériorité hiérarchique de l'encéphale, l'association fonctionnelle de ces deux grandes parties du névraxe.

On comprend dès lors, grâce à cette disposition histologique, que le cerveau n'est plus forcé à un contrôle incessant, à une surveillance continue. L'innervation cérébrale n'a plus, comme l'a fait remarquer Jaccoud, qu'à régler les qualités du mouvement : force, étendue, activité ; elle n'a point à s'occuper des

détails de l'exécution, à en diriger les agents, à en surveiller l'adaptation. C'est là l'œuvre des noyaux médullaires : il y a là des agrégats cellulaires desservis par des racines émergentes, qui, en vertu d'une association organique préétablie, répartissent l'incitation volontaire, l'harmonisent, l'adaptent, et la distribuent régulièrement à des muscles fonctionnellement associés.

On voit combien ces noyaux d'association médullaire sont importants à déterminer, combien ces localisations éclaireraient la pathologie de la moelle, expliqueraient les paralysies limitees à certains groupes musculaires, localisées à certaines régions.

Il faut pourtant reconnaître, avec Charcot, une grande différence au point de vue de la physiologie pathologique entre ces deux grands compartiments du névraxe : la moelle et le cerveau. Dans la moelle, les lésions sont systématiques, se circonscrivent à certains éléments anatomiques, se limitent à certains faisceaux ; dans le cerveau, au contraire, c'est le système vasculaire qui dirige la lésion et en détermine les caractères : hémorrhagies par rupture vasculaire, ramollissement par oblitération artérielle ; ce sont là les deux grands agents des lésions cérébrales.

Dès lors, on comprend que tandis que les foyers hémorrhagiques, les ramollissements ischémiques, se limitent aux territoires de vascularisation, se localisent aux départements artériels, les dégénérescences et les scléroses de la moelle ont au contraire une tendance à diffuser, pour un même système anatomique, dans la totalité de l'axe médullaire. C'est donc là une condition qui rend plus difficile la localisation des lésions médullaires à des niveaux donnés, à des segments déterminés, qui trouble l'unité symptomatique et rend l'application clinique moins évidente.

Malgré cette différence dans les conditions pathogéniques, le

nombre est grand des troubles moteurs limités correspondant à des lésions médullaires localisées. Il est bien des paralysies circonscrites, bien des atrophies bornées à certains muscles, qui gagneraient, comme dit Charcot, « à être éclairées à la lumière des données de la physiologie expérimentale ».

Ce n'était donc point une étude de pure subtilité physiologique, mais une recherche fertile en résultats cliniques, que de tracer cette topographie fonctionnelle à peine ébauchée de la moelle, et de permettre ainsi le diagnostic régional des paralysies limitées d'origine spinale. Il fallait pour cela déterminer le mode de distribution de chaque racine motrice : car on ne peut dans cette étude *séparer les segments de la moelle de leurs racines efférentes*, et il est naturel de penser que *chaque noyau médullaire commande un groupe de radicules réunies en un même faisceau et groupées en une même racine.*

D'autant plus que, comme le dit Charcot, « les procédés de la physiologie expérimentale, inférieurs sous ce rapport à ceux de la maladie, ne sont pas assez délicats pour permettre d'atteindre isolément les cellules nerveuses ; il faut donc se borner, pour le moment, à enregistrer les faits tels que nous les offre la clinique éclairée par l'anatomie pathologique ».

Sans doute nos instruments ne peuvent faire, comme un processus scléreux, l'analyse subtile d'un faisceau ou la destruction circonscrite d'un groupe d'éléments anatomiques. Mais nous faut-il résigner pour cela à l'impuissance expérimentale et à l'inertie ? Si notre instrumentation grossière ne peut rien sur les groupes de cellules, appareil délicat et profondément caché à notre expérimentation, du moins nous pouvons agir sur les groupes de fibres nerveuses efférentes, sur la racine émergente de chaque noyau médullaire.

C'était donc, comme nous l'avons dit ailleurs [1], une recherche

[1] *Gazette hebdomadaire* des Sciences médicales de Montpellier, 26 juin 1883.

intéressante que de vérifier si les racines motrices de la moelle constituaient des faisceaux systématiquement composés, correspondant aux groupes musculaires synergiques.

Cette spécialisation fonctionnelle de chaque racine était une idée séduisante. Tandis que la dissection nous montre l'intrication des plexus, la fusion des racines en réseaux compliqués, leur emmêlement en mailles serrées, l'analyse physiologique au contraire dissociait ces groupements nerveux, décomposait ces anastomoses de fibres. Dès lors, on pouvait concevoir chaque racine comme maintenant son *individualité physiologique* à travers les réseaux anastomotiques, et l'excitation électrique en devenait le réactif sensible. Les plexus n'étaient plus des points communs de fusion où se perdait toute spécialité des fibres primitives, où se supprimait, pour ainsi parler, toute *personnalité des racines médullaires.*

C'est cette loi d'équivalence physiologique absolue entre les segments spécialisés de l'axe spinal et les systèmes musculaires naturels; c'est cette concordance fonctionnelle entre chaque noyau médullaire avec ses racines efférentes et chaque groupe myologique associé, qu'avaient voulu établir P. Bert et Marcacci.

Il est évident que la besogne cérébrale se simplifiait, que le travail des centres encéphaliques se réduisait, s'il y avait dans la colonne médullaire des zones à action déterminée, des noyaux à fonction spécialisée. La moelle devenait une association de segments de flexion, d'extension, d'adduction et d'abduction régulièrement empilés. Il y avait là comme un *clavier médullaire* physiologiquement constitué, et la mécanique des mouvements se réduisait à l'excitation de chacune de ses touches.

Il y avait un point intéressant du problème à élucider. Les cellules *nerveuses synergiques se réunissent-elles en un centre commun, accaparant une fonction et desservi par une seule racine réduite à un rôle unique*? Ou bien au contraire cette centralisation absolue n'existe pas : *il n'y a pas un groupe cellulaire unique,*

monopolisant une action mécanique, seul distributeur de l'extension ou de la flexion. Mais plutôt, *il y a division du travail en des noyaux multiples, synergiques ; coopérant dans des segments médullaires différents à la même action associée, fournissant à des racines différentes des fibres à fonction semblable.* Nous verrons que c'est là la question importante et que c'est à cette hypothèse de la dissémination des groupes cellulaires synergiques que nous nous arrêterons. C'est la seule que les résultats expérimentaux légitiment et que les données cliniques justifient.

HISTORIQUE [1].

Nous ne parlerons pas des premiers essais de localisations médullaires fantaisistes : c'est ainsi que Bellingeri avait autrefois imaginé qu'à la substance grise était dévolue la transmission des impressions sensitives, à la substance blanche celle de l'impulsion motrice. Poussant plus loin l'hypothèse et la rêverie scientifique, il avait inventé que les cordons postérieurs présidaient aux mouvements d'extension, les antérieurs aux mouvements de flexion.

Valentin et Budge avaient accepté cette physiologie imaginaire. Le premier prétendait même que l'excitation des faisceaux postérieurs, à leur surface, détermine l'extension des membres thoraciques, tandis qu'une irritation portée dans la profondeur de ces faisceaux entraîne l'extension des membres abdominaux. Harless crut plus tard démontrer que les mouvements de flexion sont influencés par la partie supérieure de la moelle jusqu'à la 5e cervicale, et ceux d'extension par sa portion inférieure.

Ce sont là de pures inventions physiologiques, qu'il serait inutile de citer plus longuement et superflu de réfuter.

Dans une Note communiquée à la Société de Biologie en 1881, P. Bert avait conclu de ses expériences faites sur le plexus lombaire du chat et du chien, qu'il y avait une seule racine pour innerver tout un groupe musculaire synergique. Il ne désespérait point de pouvoir désigner chacun de ces systèmes musculaires associés, sous les noms de groupes de la 1re, de la 2e racine, etc. Et il ne doutait pas qu'on ne pût arriver à « localiser dans l'axe médullaire les régions d'où émergent les filets qui tien-

[1] Déjà publié en partie dans la *Gazette hebdomadaire* de Montpellier.

nent sous leur dépendance tels ou tels muscles, tel ou tel mode de sensibilité ».

C'était un point intéressant de la physiologie médullaire, indiqué comme imparfaitement connu, mais où nous avons retrouvé les traces d'explorateurs précédents et de concurrents nombreux. Comme nous l'avons dit ailleurs [1], l'étude n'était point absolument nouvelle ni la question inexplorée : la nouveauté du sujet était douteuse en présence des travaux étrangers que nous avons retrouvés après compulsions, recherches et fouilles bibliographiques.

David Ferrier et Gérald Yéo, dans leur travail récent [2], ont fort bien résumé l'historique de la question. Nous avons complété cette partie de leur travail par des détails bibliographiques plus étendus, par des citations plus longues des mémoires originaux, par l'exposé plus complet d'expériences précédentes que nous avons répétées.

Ces auteurs reconnaissent qu'une dissection fine, qu'une macération prolongée dans un liquide dissociateur, qu'une analyse anatomique minutieuse, permettent déjà une détermination approximative, pour chaque plexus, des racines probables qui entrent dans la constitution de chaque tronc définitif, bien que cette méthode soit cependant impuissante à renseigner sur la nature sensitive ou motrice des filets observés.

Dès lors, il faut recourir à deux procédés plus instructifs : celui de la destruction et celui de l'excitation des racines médullaires.

Müller [3] et Van Deen ont expérimenté sur le plexus crural de la grenouille ; Kronenberg [4] sur le plexus brachial du lapin.

[1] *Gazette hebdomadaire* de Montpellier.

[2] *The fonctionnal relations of the motor roots of the Brachial and Lumbo-sacral plexuses*, mars 1881.

[3] Physiologie de Müller.

[4] Kronenberg : *Plexuum nervorum structura et virtutes.* Berol., 1836.

Ces auteurs arrivent à des conclusions semblables. Nous insistons ici sur les expériences de Müller, que nous avons répétées. Müller établit en une sorte de théorème physiologique que : « *un nerf rachidien qui entre dans un plexus et qui contribue avec d'autres racines à la formation d'un gros tronc nerveux, communique sa force motrice, non pas au tronc tout entier, mais seulement aux fibres par lesquelles il se continue depuis le tronc jusque dans les branches* ».

C'est là notre thèse : c'est là aussi le résultat de nos expériences multiples. Le but des plexus nerveux, suivant Müller, semble être de conduire à chaque nerf moteur des fibres provenant de différents points de la moelle épinière ; *chaque tronc définitif emprunte à plusieurs racines, et chacune de ces fibres d'origine conserve son action individuelle sur une région musculaire distincte.* Comme nous le verrons plus tard, trois nerfs rachidiens concourent chez la grenouille à la formation du sciatique ; Müller les excite avant leur réunion et démontre que le premier commande les muscles du côté interne de la cuisse, le deuxième ceux de la cuisse et de la jambe, le troisième ceux de la cuisse, de la jambe et de la patte.

Il est étonnant que Ferrier et Yéo rapprochent des expériences précédentes les conclusions de Panizza, qu'ils les considèrent comme tendant au même but et arrivant au même résultat.

Voici les conclusions de Panizza[1] : « Si on coupe une seule racine ou un seul filet d'origine des nerfs moteurs, la puissance musculaire des membres continue à se manifester dans toute sa vigueur. Si l'on arrive à la section des deux tiers de la masse nerveuse qui se distribue aux muscles d'un membre, il y a bien, un moment, une diminution dans les mouvements, mais ils ne

[1] Bartoloméo Panizza ; *Richerche sperimentale sopra i nervi.* Lettera del professore Bartoloméo Panizza al professore Maurizio Bufalini. (*Annali universali di Medicina,* 1834.)

tardent point à regagner toute leur puissance : l'animal court et saute comme s'il n'avait subi aucune mutilation. S'il ne reste qu'un seul filet d'origine, les mouvements cependant récupèrent progressivement toute leur force. Ce dernier sectionné, tout mouvement cesse dans la partie. Il en résulte que l'innervation musculaire se fait aussi bien par la voie multiple de tous les nerfs d'origine que par un seul filet ; ce dernier suffit à maintenir les relations entre la moelle et le membre, comme fait l'arc de communication entre la pile et la partie électrisée. Les plexus nerveux ont donc pour usage d'établir par le mélange des diverses racines une telle solidarité entre elles que chacune est apte à conserver l'intégrité de la fonction quand une lésion interrompt la continuité des autres filets. »

C'est donc une erreur de Ferrier et Yéo que d'assimiler les conclusions de Panizza aux observations de Müller et Van Deen.

Sans doute Panizza, comme eux, démontre que plusieurs racines entrent dans la formation d'un tronc définitif, qu'un nerf moteur se constitue par des fibres d'origine multiples.

Mais tandis que Müller et Van Deen admettent que les *plexus ne suppriment point le rôle individuel de chacune de ces branches d'origine, que chaque filet composant des troncs définitifs maintient son action personnelle sur des muscles déterminés*, au contraire Panizza les confond et les unit au niveau des plexus, *leur enlève toute action indépendante, toute fonction isolée* ; ils ne sont plus que des conducteurs indifférents de l'influence médullaire aux plexus, qui constituent comme des centres de distribution de l'innervation motrice ; il admet pour les fibres d'origine des troncs une telle union qu'elle suppose confusion, une telle solidarité qu'elle implique mélange absolu.

Les recherches de Peyer[1] sur le plexus brachial du lapin sont plus précises encore. Peyer coupe les racines du plexus,

[1] *Zeitschrift fur rationelle Medicin*, 1854.

excite leur bout périphérique, s'assure, par la mise à nu et la dissection, des muscles contractés, et réunit en tableau les muscles qui se rapportent à chaque racine depuis la 5e cervicale jusqu'à la 1re dorsale. Il établit qu'une seule racine fournit à la presque totalité des muscles, que la distribution est complexe et non pas limitée à des groupes naturels extenseurs ou fléchisseurs, et que les muscles de la main sont fournis par les racines voisines des paires dorsales. Quant aux filets sensitifs, ils se distribuent aux surfaces cutanées qui recouvrent les muscles contractés.

Ces recherches ont été en grande partie confirmées par Krause [1]. Ce dernier a fait une expérience intéressante sur un singe. Il divisa le 6e et le 7e nerfs cervicaux, et s'assura par la dissection qu'il n'y avait pas de dégénérescence dans les filets sensitifs, du cubital et médian. Il conclut, par comparaison avec ses résultats obtenus chez le lapin, que les nerfs digitaux sensitifs du cubital et du médian dérivaient de la 8e paire cervicale et de la 1re dorsale.

David Ferrier et Gérald Yéo ont expérimenté sur le plexus brachial et le plexus lombo-sacré chez le singe. La configuration du plexus brachial est, suivant ces auteurs, absolument comparable à ce qu'elle est chez l'homme. Pour le plexus lombaire, la disposition semble, à première vue, différente : l'identité anatomique se rétablit, disent-ils, si l'on détache la première vertèbre lombaire pour l'ajouter aux dorsales, et si l'on compte la dernière lombaire comme première sacrée : nous aurons à discuter cette construction anatomique.

Voici quel était leur manuel opératoire : L'animal était profondément narcotisé par le chloroforme ; les arcs vertébraux étaient sectionnés, les racines postérieures coupées pour éviter tout

[1] Krause ; *Beitrage zur Neurologie der oberen Extremität*, 1865.

réflexe. L'excitation était faite au moyen d'un courant induit : le courant employé était à peine perceptible à la langue ; l'isolement absolu des racines empêchait toute diffusion. Dans certains cas, ils ont employé l'excitation unipolaire.

Ces auteurs se préoccupaient moins de déterminer les muscles mis en action que de noter le mouvement d'ensemble. Ils reconnaissent la difficulté d'analyser dans chaque combinaison musculaire ses facteurs individuels ; dans le cas de grande incertitude, ils dénudaient partiellement les muscles Ils pensent d'ailleurs que les considérations anatomiques et les principes de physiologie permettent de déduire du mouvement observé la connaissance des muscles contractés.

Nous ne nous étendrons point sur les résultats de ce travail ; nous en ferons l'exposé en commençant sa critique, et nous en discuterons les conclusions en proposant les nôtres.

Il nous suffira de dire que, sans être localisateurs à outrance, Ferrier et Yéo semblent admettre qu'il y a une *corrélation constante entre chaque racine médullaire et chaque mouvement combiné* ; s'ils ne spécialisent point chaque racine à chaque groupe musculaire, ils la considèrent cependant comme *présidant à des contractions résultantes bien déterminées, des combinaisons mécaniques constantes*. La localisation n'est point anatomique, elle n'est que fonctionnelle.

Paul Bert et Marcacci[2], dans un travail postérieur, font de la localisation plus radicale. Leurs recherches ont porté sur le plexus lombaire du chien et du chat. Pour Bert et Marcacci, les localisations motrices sont de toute évidence : la distribution des filets nerveux des racines motrices présente une systématisation régulière. L'animal en expérience était ici immobilisé par la sec-

[1] *Lo Sperimentale*, octobre 1881. *Richerche sperimentale escguite nel Laboratorio della Sorbone* dal prof. Paolo Bert e Dott. Arturo Marcacci.

tion du bulbe, et l'on pratiquait la respiration artificielle. La moelle lombaire mise à nu, les racines étaient sectionnées et soulevées sur l'excitateur ; on dénudait les muscles par la dissection.

Voici les résultats :

Première racine. — Sartorius. Droit antérieur. Ces muscles sont fléchisseurs de la cuisse sur le bassin.

Deuxième racine. — Partie antérieure du vaste externe. Une portion du tenseur du Fascia lata. Vaste interne.

C'est-à-dire dans les faisceaux musculaires qui président à l'extension de la jambe.

Troisième racine. — Elle présente une fonction analogue. Elle fait contracter la portion antérieure du biceps ; cette partie détermine l'extension de la jambe, tandis que la partie postérieure en provoque la flexion.

Quatrième racine. — Partie postérieure du biceps. Demi-tendineux et demi-membraneux. 2e et 3e adducteurs.

Elle est, au point de vue fonctionnel, une racine complexe ; elle produit surtout la flexion de la jambe et l'extension de la cuisse.

Cinquième racine. Muscles de la queue.

Ils en concluent que « l'innervation du membre inférieur présente dans les origines médullaires une systématisation évidente; les filets moteurs qui naissent de la moelle à un niveau donné se distribuent à des groupes musculaires synergiques ».

C'est là, on le voit, une localisation affirmative : *chaque racine a son monopole de muscles à actionner, sa spécialité d'excitations motrices.*

Nous terminons ici cette revue des travaux antérieurs. L'œuvre, on le voit, n'était plus nouvelle ; mais les conclusions ne sont pas indiscutables ni les résultats définitifs. Il ne s'agit point ici de théories arrêtées qu'on doive subir, ou de principes établis qu'il faille accepter : il y avait à faire une œuvre de critique originale et d'expérimentation nouvelle.

L'exposé de l'historique de la question nous a montré, chez les auteurs, des tendances diverses et des conclusions opposées.

On peut les ramener à *trois opinions différentes,* les condenser en trois formules principales.

Les uns défendent la *spécialité fonctionnelle de chaque racine*, soit qu'avec P. Bert et Marcacci ils accordent à chacune un monopole de mouvements bien définis, flexion ou extension par exemple ; soit qu'avec Ferrier et Yéo ils la considèrent comme préposée à des mouvements coordonnés spéciaux et à des contractions régulièrement combinées. Ces derniers, on le voit, font moins de simplification absolue et de localisation exclusive ; il ne s'agit pas pour eux de mouvements simples, de contractions limitées à des muscles bien opposés, mais plutôt d'actions résultantes et d'associations musculaires composées.

Puis se place une opinion moyenne, un groupe intermédiaire entre les localisateurs à outrance et les sceptiques qui, comme Panizza, refusent toute action spéciale à chaque racine. Ce sont Müller, Van Deen, Kronenberg, Peyer, qui reconnaissent qu'un *groupe musculaire synergique n'est point fourni par une racine unique, spécialisée dans cette fonction, mais qu'il emprunte au contraire à des racines différentes*. Par là, ils se rapprochent donc de Panizza ; mais en même temps ils démontrent (Müller, Van Deen) que ces fibres d'origine, empruntées aux diverses racines pour la formation des troncs définitifs, maintiennent leur individualité, leur action personnelle, en dépit des plexus et de leurs anastomoses. Ils *déplacent donc la spécialité fonctionnelle* ; au lieu de l'attribuer exclusivement *à une racine*, comme P. Bert et Marcacci, ils la conservent à *chaque filet composant des troncs définitifs*, et réclament pour chacun, *sans le déterminer exactement*, un territoire constant d'innervation, une action localisée à une région musculaire donnée.

Les autres enfin, comme Panizza, *refusent à chaque racine motrice toute individualité physiologique*, toute action spéciale. Ils n'admettent pour elles qu'un *rôle de conduction banale et de fonction indifférente.* Ce sont des conducteurs passifs, prêts à toute transmission motrice, disposés pour tout effet mécanique. L'action de chaque racine isolée s'étend à la totalité des muscles du membre, et la section de chacune intéresse l'ensemble des mouvements. Il y a même proportion absolue entre le nombre des racines sectionnées et l'intensité de la paralysie produite.

C'est là de l'indifférence fonctionnelle trop absolue : les racines ne valent point seulement par leur quantité, mais par leur qualité ; l'innervation d'un membre n'est point un total d'influences nerveuses analogues, mais plutôt une résultante d'innervations multiples et d'actions nerveuses différentes.

La question, on le voit, est loin d'être tranchée. Si nous ne pouvions prétendre à la nouveauté absolue du sujet, à l'originalité complète des recherches, il nous restait encore une œuvre importante.

Une meilleure institution des expériences ; des procédés opératoires plus rigoureux ; une expérimentation basée sur une méthode nouvelle, étendue aux divers animaux ; une interprétation originale des lois constatées ; le contrôle des expériences du laboratoire par les observations de l'hôpital et la vérification clinique des données expérimentales : c'était là une œuvre intéressante et une contribution suffisante.

Il nous faut reconnaître, comme nous l'avons dit ailleurs[1], que nous avions abordé cette étude avec un esprit de doute absolu et d'observation indépendante de toute idée préconçue. Nos résultats n'ont été enregistrés qu'après un contrôle minutieux, qu'après expérimentation répétée par fréquentes reprises. Loin de nous raidir contre l'expérience, nous en avons accepté tous

[1] *Gazette hebdomadaire* de Montpellier.

les résultats différents, nous en avons noté toutes les variations accidentelles. De sorte qu'ils ne représentent point une théorie édifiée sur quelques faits, mais *plutôt une moyenne constante dégagée d'observativns multiples et d'expérimentations réitérées*.

Il est évident qu'il fallait adopter, en cette étude, les deux grandes méthodes d'analyse expérimentale des nerfs : la soustraction de leur influence par la section, la restitution de cette influence par l'excitation galvanique.

Le premier procédé expérimental nous a donné d'excellents résultats chez la grenouille. Chez le chien, nous avons fait aussi des sections comparatives des diverses racines : ici, l'expérimentation a été peu instructive, les observations peu concluantes. Il est bien difficile de maintenir en observation continue et comparée un grand nombre d'animaux opérés : les symptômes de paralysie, nets dans les premiers jours, ne tardaient pas à s'obscurcir et à s'altérer ; malgré la diversité des racines sectionnées, les troubles paralytiques affectaient la plupart du temps une physionomie commune et une détermination identique, défiant toute localisation exacte et tout examen précis. C'est en effet une remarque qu'ont faite la plupart des observateurs, que, chez le chien, le trouble paralytique le plus commun est le renversement sur le dos de la patte antérieure. Comme l'a fait remarquer Vulpian, ce phénomène vulgaire fait partie de toutes les paralysies légères des membres antérieurs du chien, quelle que soit leur origine.

Il est une autre cause à cette confusion des troubles moteurs, à cette obscurité symptomatique : en dépit des pansements antiseptiques rigoureux, la plaie d'incision suppurait fortement sous la ouate phéniquée. A l'autopsie de nos chiens opérés, nous avons toujours trouvé les racines voisines du faisceau sectionné, engagées et étranglées dans une masse d'inflammation, dans une gangue indurée ; ainsi s'expliquent la diffusion des troubles paralytiques et les variations symptomatiques.

Restait la méthode de l'excitation galvanique.

Nous avons fait, à l'exemple des auteurs précédents, les excitations en masse des racines. Chez le singe et le chien, on verra, quand nous discuterons les conclusions de Ferrier et Yéo, combien sont peu instructifs ces résultats d'une galvanisation brutale. C'est là une incitation artificielle, violente, qui ne peut, comme l'impulsion motrice volontaire, se généraliser à l'ensemble des fibres associées en chaque racine : nous avons trouvé, en maintes expériences, que les résultats de l'excitation galvanique variaient suivant le point d'application de l'excitateur.

Au lieu de cette excitation totale d'un faisceau composé, n'était-il pas plus physiologique de tenter la dissociation de ce groupe de fibres à fonctions diverses ? Au lieu de l'observation en masse et de l'étude synthétique de racines complexes, nous nous sommes proposé de faire, si l'on peut associer ces deux termes : la *dissection physiologique* de tous les filets composants. L'excitation électrique nous permettait d'arriver à l'*analyse qualitative* des fibres différentes associées en chaque racine médullaire.

L'étude anatomique, en effet, nous montre déjà les troncs définitifs empruntant à plusieurs racines et naissant de plusieurs segments médullaires ; leur seule inspection nous les fait voir se constituant par *un véritable triage naturel* et par un groupement de fibres synergiques fournies par diverses racines.

C'est précisément la *part d'innervation de chacun de ces faisceaux d'origine des troncs définitifs que nous avons voulu déterminer* ; c'est leur territoire respectif de distribution que nous avons tenté de délimiter. Nous avons ainsi relevé leur topographie exacte et construit de véritables cartes de leurs départements musculaires correspondants. (Pl. V.)

Cette représentation graphique dégage nettement les conclusions, facilite l'examen et la critique. Au lieu d'un exposé aride, d'un compte rendu d'expériences, les résultats se fixent ainsi en tableaux démonstratifs et en cartes nettement construites.

Voici quel était notre manuel opératoire. L'animal était maintenu en anesthésie continue par des inhalations de chloroforme après injection préalable de morphine ou injection intra-veineuse de chloral. Nous assurions par là la contention absolue de l'animal, la suppression de tout mouvement imprévu et intempestif, et nous échappions en même temps à toute accusation de cruauté scientifique ou d'expérimentation barbare. Nous n'opérions plus que sur un *cadavre vivant*, insensible et indifférent à toute torture.

C'est là une considération qui a bien sa valeur par ce temps de sensiblerie antivivisectionniste, si l'on songe que nous faisions une dénudation absolue du membre et une dissection soignée des muscles, afin d'éviter toute erreur de constatation.

Dans le cas d'excitation intra-vertébrale des racines motrices, il fallait détacher au thermo-cautère les muscles des gouttières vertébro-costales, faire un tamponnement rigoureux des espaces interlamellaires et sectionner au rachitome les lames vertébrales. L'opération était pénible, l'hémorrhagie abondante, surtout dans la région cervicale.

L'excitation extrarachidienne des racines simplifiait les détails opératoires : on arrivait à une vivisection très soignée des plexus, à une opération réglée avec précision et achevée sans hémorrhagie.

Les racines du plexus étaient toutes liées ou sectionnées pour supprimer tout mouvement réflexe.

L'excitation électrique était faite avec le minimum de courant à peine sensible à la langue ; l'isolement du filet nerveux sur le taffetas rendait toute diffusion impossible.

Les muscles disséqués, avec précaution, étaient libérés de toute adhérence aponévrotique qui souvent entraîne les masses musculaires voisines par une traction passive simulant la contraction véritable.

EXPÉRIENCES PERSONNELLES.

L'exposé même des méthodes expérimentales applicables en ces recherches indique la division du sujet et commande notre plan d'étude.

Nous étudierons successivement chacun des deux grands plexus : brachial et lombo-sacré. Pour chacun d'eux, nous indiquerons les résultats expérimentaux fournis d'un côté par les sections nerveuses, de l'autre par l'excitation totale des racines, ce qui nous permettra de discuter les conclusions de Ferrier et Yéo, ou par l'expérimentation partielle sur chacune des branches d'origine des troncs définitifs.

Nous commencerons par le plexus brachial, où les observations sont plus complètes et les expériences plus évidentes : l'analyse physiologique est plus nette sur un membre dont l'éducation est plus parfaite et dont les agents musculaires sont plus différenciés.

PLEXUS BRACHIAL.

Sections nerveuses. — Les sections ne nous ont fourni ici aucun résultat instructif, aucune observation concluante.

Chez la grenouille, la simplicité du plexus réduit à une branche unique, recevant une seule anastomose inférieure, défiait toute expérimentation régulière, toute observation concluante.

Chez le chien, nous avons installé des séries d'expériences comparatives : nous avons maintenu en observation simultanée des animaux sur lesquels nous avions sectionné les diverses racines du plexus brachial ; l'obscurité des symptômes a été la règle, la banalité des troubles paralytiques a été le résultat constant. Nous en avons donné plus haut les raisons nombreuses: difficultés d'une observation comparée; allure commune et identique des paralysies produites ; indurations inflammatoires compliquant la lésion expérimentale et comprimant les racines voisines.

Excitation.— Les résultats de l'excitation ont été très évidents. Nous avons, à l'exemple de Ferrier et Yéo, fait les excitations en masse des racines sur le singe et le chien ; nous avons déjà dit combien cette excitation totale d'un faisceau complexe est peu concluante, combien cette expérimentation synthétique sur un groupe de fibres diverses est peu instructive.

Outre que l'on n'a ainsi qu'une action résultante complexe, peut-on espérer que cette excitation artificielle représente l'impulsion volontaire ; se généralise comme elle à tout le faisceau; influence, en même temps et au même degré, toutes les fibres composantes ?

Combien est plus logique notre méthode d'*excitation dissociée*

Excitations des racines du plexus brachial chez le Singe.

Excitations des racines du plexus lombo-sacré chez le Singe.

Auto. Bonhm et Fi

des racines, d'*étude analytique de leurs filets différents* ; c'est là une décomposition expérimentale des racines, une analyse minutieuse de leurs fibres, plus conforme aux règles de l'expérimentation, plus fertile en conséquences cliniques.

Nous discuterons cependant les effets mécaniques complexes, les contractions résultantes que Ferrier et Yéo ont soigneusement déterminées après l'excitation de chacune des racines motrices du plexus brachial et lombo-sacré chez le singe.

Excitation des racines du plexus brachial chez le singe. — A la description obscure des mouvements coordonnés, spéciaux à chaque racine ; aux détails fastidieux des muscles associés en une contraction combinée ; au compte rendu froid et aride de Ferrier et Yéo, nous substituons ici la reproduction des divers mouvements obtenus, le tableau comparé des diverses actions musculaires résultantes qui suivent l'excitation de chaque racine. (Pl. I.)

IV[e] CERVICALE. — *L'épaule et le bras sont tirés en haut et en avant ; l'avant-bras fléchi et en supination.* — L'action est celle indiquée par Ferrier et Yéo : ces derniers notent l'*extension du poignet ;* nous n'avons remarqué, au contraire, qu'un ballottement passif de la main, qui tombe inerte et à *demi-fléchie* par son poids.

V[e] CERVICALE. — *L'action précédente se continue :* c'est le même mouvement associé, avec une excursion moindre. Ferrier et Yéo notent l'*extension des phalanges basales* et du *poignet* : nous avons au contraire observé cette *flexion passive de la main pendant inerte sur l'avant-bras.* Nous verrons d'ailleurs que les excitations isolées nous donnent raison ; les seuls muscles fournis ici sont : le biceps, le brachial antérieur, le long supinateur.

VI[e] CERVICALE. — Le *bras est en adduction et porté en arrière* ; cette rétraction est peu accentuée. *L'avant-bras étendu en pronation.* Mais, contrairement aux observations de Ferrier et Yéo, le *poignet n'est point en flexion* ; les radiaux, contractés, le placent au contraire *en extension légère.*

VII[e] CERVICALE. — Le *bras est en adduction, tourné en dedans et rétracté*, comme l'ont avancé Ferrier et Yéo. Comme ils l'ont noté aussi, l'*avant-bras est étendu de façon à « porter le dos de la main du côté du pouce »* (action des radiaux). Ici commencent les divergences : ils signalent la *flexion du poignet et des doigts* ; nous avons noté au contraire l'*extension du poignet*, et l'action des fléchisseurs se borne à contre-balancer les puissances extensives : à peine note-t-on une légère inflexion palmaire de la main.

VIII[e] CERVICALE. — Ferrier et Yéo reconnaissent qu'ici l'action est complexe. Ils notent la *rétraction du bras*, l'*extension de l'avant-bras*, la *flexion du poignet sur le côté cubital* (?), *la clôture de la main en flexion*. Mais ils avouent que « les muscles extenseurs furent surtout trouvés en état de rigidité à l'avant-bras ». Notre mouvement est composé : de l'*adduction du bras*, *de l'extension de l'avant-bras sur le bras*, *d'un renversement du poignet en arrière sur l'avant-bras*, *d'un écartement des doigts* (extenseurs), et d'une *inflexion de la main renversée sur le bord cubital*. C'est là le résultat d'une dernière expérience de contrôle : or, le 9 avril, nous notions dans une Observation sur la même racine la *flexion du poignet*, *la contraction forte des fléchisseurs des doigts*, et nous nous rapprochions des conclusions de Ferrier et Yéo. Que penser de mouvements combinés aussi variables, de contractions associées aussi inconstantes ? S'il y a une harmonie fonctionnelle préétablie entre chaque racine et chaque mouvement coordonné, elle est bien peu fixe et bien infidèle.

I[re] DORSALE. — Nous notons, comme Ferrier et Yéo, l'*adduction du pouce*, *la flexion des doigts aux articulations métacarpo-phalangiennes* (lombricaux). Tous les muscles fléchisseurs de l'avant-bras sont contractés ; la main se tord en prime. — Quant à l'action indiquée par Ferrier et Yéo sur les muscles du cou, c'est une diffusion de l'excitation, car aucune disposition anatomique ne peut la justifier, et nous ne l'avons jamais noté.

Avant toute critique, nous exposons ici nos résultats chez le chien.

Excitation des racines du plexus brachial.

VI[e] RACINE CERVICALE. — Le bras est porté en avant, l'avant-bras maintenu en légère flexion et en pronation à peine sensible ; le poignet est en faible extension.

VII[e] RACINE. — Le bras est porté en arrière et appliqué contre le thorax ; l'avant-bras est en pronation et en position moyenne de demi-flexion ; la patte est étendue sur l'avant-bras.

VIII[e] RACINE. — Le bras est en arrière et en adduction ; avant-bras en complète extension, la main étendue sur l'avant-bras et les doigts écartés l'un de l'autre par une extension extrême.

I[re] DORSALE. — Le bras est en arrière, l'avant-bras en demi-flexion, la main fléchie à angle droit sur l'avant-bras, les doigts en flexion complète.

Si l'on étudie ces résultats, on voit que les contractions d'ensemble ainsi observées sont peu démonstratives. On peut douter de l'intérêt physiologique ou de l'application pratique de ces recherches ; chaque racine, disent Ferrier et Yêo, commande une combinaison musculaire, un mouvement associé ; sa section entraîne, non pas la paralysie des muscles correspondants, car ils reçoivent de plusieurs racines, mais seulement la suppression de cette association préétablie, de cette combinaison fonctionnelle déterminée.

Il faudrait, en vérité, beaucoup de bonne volonté et de mauvaise mécanique pour adapter à des fonctions aussi complexes que celles du membre supérieur des mouvements combinés aussi élémentaires. Que serait le singe s'il en était réduit à un répertoire de mouvements aussi peu varié, à un jeu mécanique aussi restreint ? Si, chez le chien, on objecte l'éducation imparfaite du membre antérieur, on ne peut même pas, dans les effets observés, retrouver des contractions associées qui soient applicables à la mécanique animale la plus rudimentaire : quatre com-

binaisons de mouvements d'ensemble, c'est, on l'avouera, une bien pauvre gamme d'actions musculaires pour d'aussi riches variations.

Au lieu de cette détermination stérile de quelques combinaisons musculaires, de quelques mouvements associés, nous avons fait l'analyse du plexus, nous en avons dissocié les branches constituantes, et, dans l'innervation totale des troncs définitifs, nous avons dégagé la part relative des divers filets composants.

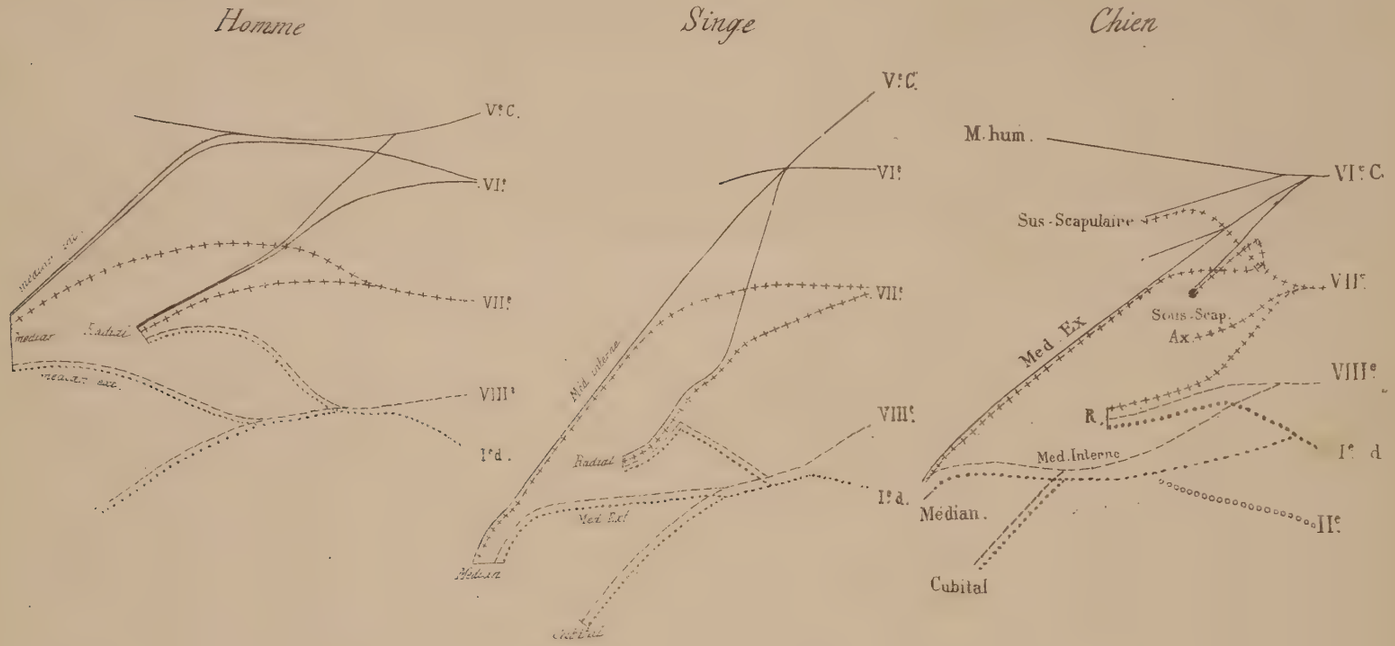
Excitation isolée des branches du plexus brachial. — Il est utile de placer en tête de ces observations le tableau comparé du plexus brachial chez le chien, le singe et l'homme. (Pl. II, *fig.* 1.)

Nous avons établi ces schémas après longues et minutieuses dissections chez les deux premiers ; pour l'homme, nous avons reproduit le schéma que donnent Mathias Duval et Morel. Rien ne varie d'ailleurs, suivant les auteurs, comme les réductions schématiques des plexus chez l'homme ; on se l'explique en considérant l'emmêlement compliqué, les anastomoses multiples, les échanges de fibres des diverses racines. Que l'on étudie la figure classique du plexus brachial d'après Hirschfeld : on verra qu'on peut imaginer des dispositions variées, faire des combinaisons différentes, et que la comparaison banale, le type classique des deux X et de l'Y interposée, ne sont point des axiomes anatomiques indiscutables.

C'est précisément un des résultats importants de notre dissection physiologique des plexus, d'éliminer les fibres secondaires, de dégager des filets insignifiants les branches principales, d'élaguer un peu ces réseaux complexes. Le scalpel dissocie des filets nerveux, décompose leurs mailles intriquées, mais il est impuissant à nous renseigner sur la nature motrice ou sensitive du rameau dégagé, sur son importance dans la constitution du

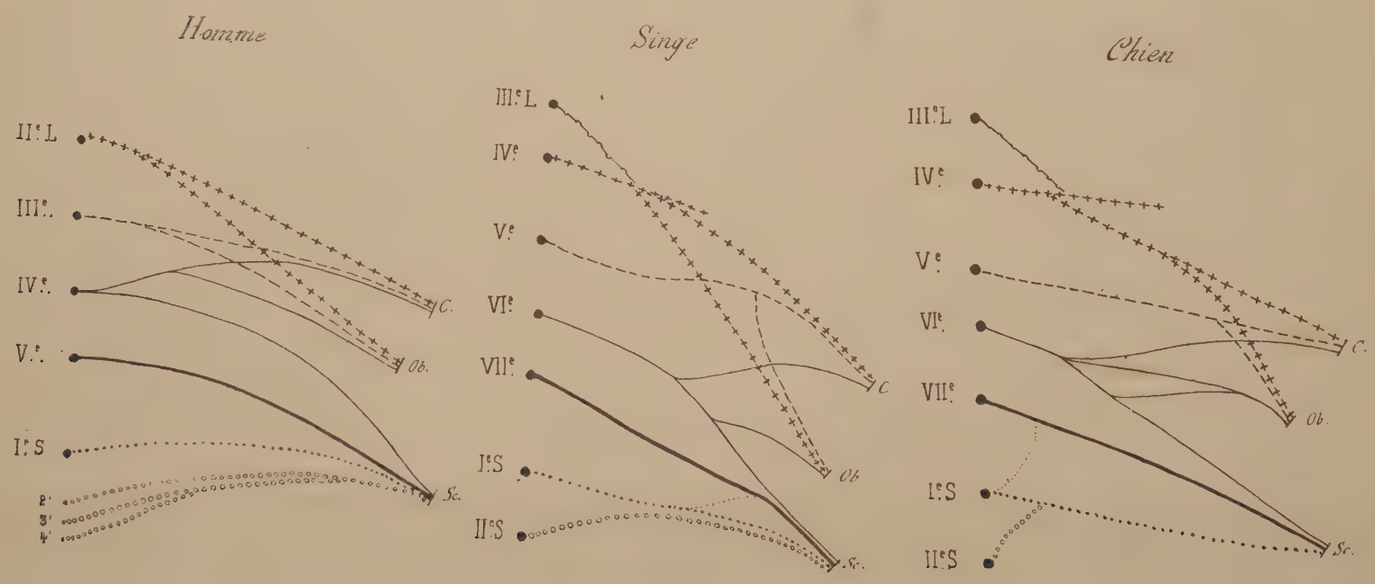
Schemas comparés du plexus brachial chez l'homme, le Singe et le Chien.

Fig. 1.



Schemas comparés du plexus lombo-sacré chez l'homme, le Singe et le Chien.

Fig. 2.



Imp. Boehm & Fils. Montp.r

tronc nerveux. L'excitation électrique, au contraire, nous permet d'apprécier la qualité du filet nerveux isolé, nous renseigne sur son énergie spécifique ; *de sorte que nos schémas n'ont pas tant la valeur de figures anatomiques exactes* que de *tableaux démonstratifs permettant la lecture facile et le contrôle rapide de nos expériences.*

Cette réduction schématique des plexus fixe et dégage l'analyse qualitative des troncs définitifs.

C'est ainsi qu'on voit le médian naître, par sa fourche d'origine, de la totalité des paires cervicales.

C'est ainsi que le radial est formé, chez le chien, par une sorte de trident dont les branches appartiennent à la VII^e^, à la VIII^e^ cervicale et à la I^re^ dorsale ; chez l'homme et le singe, c'est le tronc commun résultant de la convergence de ces deux dernières racines qui fournit la branche inférieure d'origine du radial ; au lieu de deux rameaux, il n'y en a qu'un : c'est un degré moindre de division. En revanche, disposition que l'on ne trouve plus chez le chien, on voit chez l'homme et le singe le tronc commun de la V^e^ et de la VI^e^ fournir une branche d'origine au radial.

L'assimilation est complète entre le plexus brachial du singe et celui de l'homme : l'arrangement des racines y est identique, la combinaison des branches principales y est semblable. On ne peut noter que cette différence d'arrangement des rameaux : chez le singe, la V^e^ et la VI^e^ s'unissent par une véritable intersection d'où émanent les deux premières branches d'origine du médian et du radial. Chez l'homme, si l'on consulte le type classique du plexus, d'après Hirschfeld, la disposition présente un degré de plus de division : la V^e^ et la VI^e^ se bifurquent ; l'une et l'autre combinent deux à deux leurs branches de bifurcation pour former les deux branches d'origine du médian et du radial. La différenciation est plus complète, mais le résultat anatomique est le même.

On ne peut point, sous prétexte de dissemblances anato-

miques, douter de l'utilité de ces recherches ou en repousser l'adaptation à la physiologie humaine.

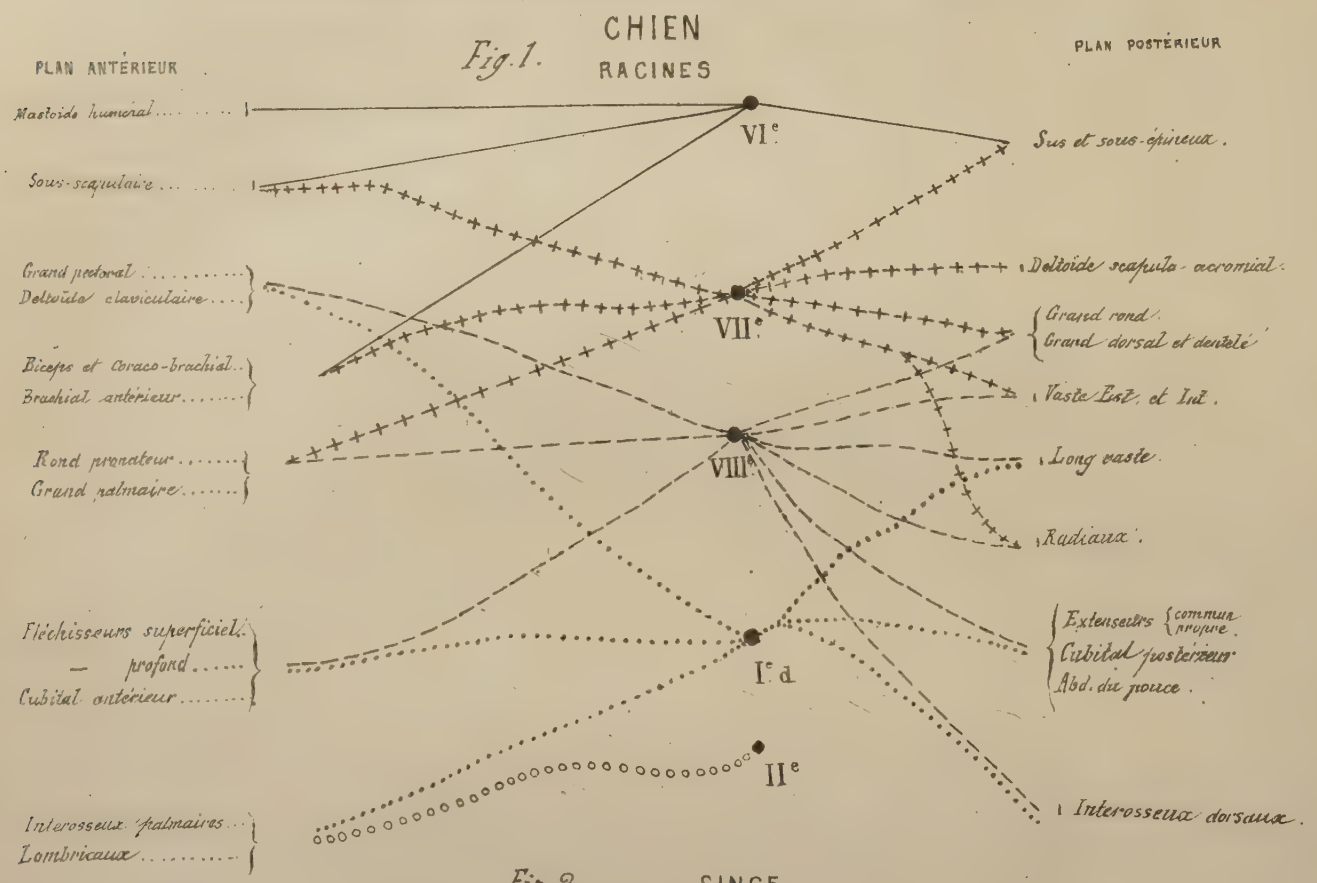
Nous ne pouvons songer à reproduire ici nos expériences multiples : ce serait une œuvre de répétitions fatigantes et de redites inutiles ; basées sur la même méthode et reproduites dans les mêmes conditions opératoires, elles ont une physionomie commune qui serait monotone. Nos conclusions, nous l'avons dit, ne sont qu'*une moyenne constante, dégagée d'expériences réitérées ;* ce sont elles que nous nous efforcerons de réduire en formules évidentes, de condenser en tableaux démonstratifs.

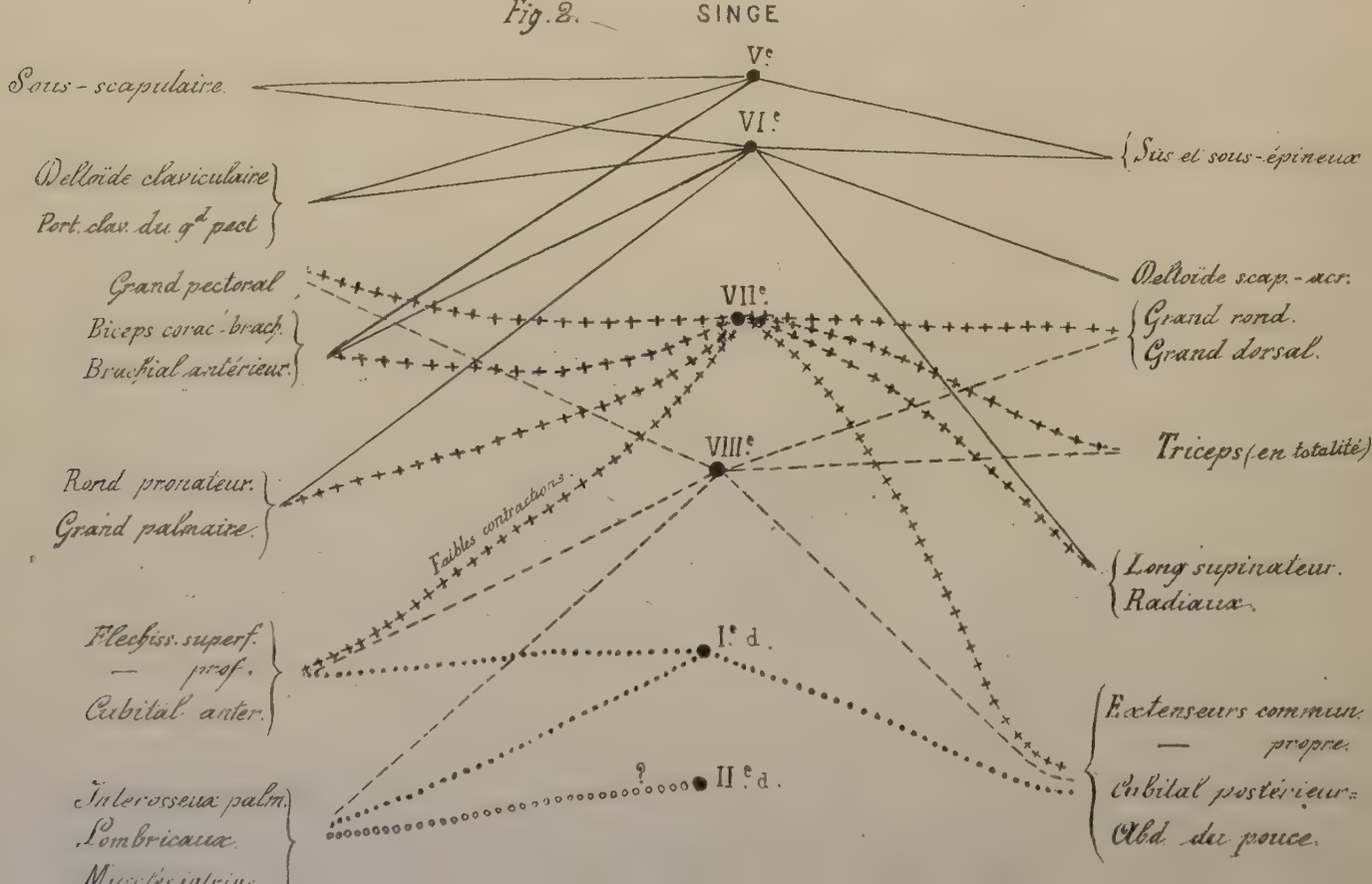
Cette représentation graphique nous a semblé le moyen de mettre en saillie les faits importants, perdus au milieu des détails multiples des expériences, et de dégager les principes fondamentaux de l'ensemble des observations. Comme nous l'avons dit ailleurs[1], dans cette énumération fastidieuse de muscles contractés, dans ce catalogue aride de groupes musculaires différemment innervés, le contrôle eût été pénible et la critique difficile sans ces tableaux d'expériences, sans ces cartes d'observations qui résument des recherches poursuivies sur trois singes et une vingtaine de chiens, qui dégagent les relations des phénomènes et facilitent les conclusions.

Voici une disposition qui, nous le croyons, atténuera l'aridité de nos résultats expérimentaux et fixera en une représentation graphique évidente les détails de nos expériences. Nous disposons les muscles contractés en une double liste, en deux séries symétriques : l'une comprend les muscles du plan de flexion, l'autre ceux du plan d'extension ; les racines sont figurées au milieu avec leurs branches de distribution aux deux plans. Nous croyons éviter ainsi la monotone description de muscles con-

[1] *Gazette hebdomadaire* de Montpellier.

Distribution schématique des racines du plexus brachial





tractés et de racines excitées, dégager les résultats et simplifier la lecture. (Pl. III.)

Si l'on cherche à dégager de ces tableaux compliqués les relations simples, on voit qu'on peut condenser en trois formules définitives, fixer en trois lois générales ces résultats expérimentaux.

1re Loi. — *Chaque racine fournit aux deux plans opposés du membre, plans antérieur et postérieur.*

Remarquons ici qu'il semble rationnel de rattacher à deux grands groupes de mouvements les diverses actions musculaires : flexion, adduction et rotation en dedans, d'une part ; extension, abduction et rotation en dehors, de l'autre ; ce sont là deux grandes classes de contractions comparables et d'actions harmoniques, deux systèmes d'effets mécaniques concordants : on peut donc réunir en des séries comparables et rapprocher en deux groupes systématiques les muscles de chacune de nos deux listes.

Nous sommes loin, avec cette distribution d'une même racine aux deux plans opposés, de la localisation absolue de P. Bert et Marcacci, et de la limitation exclusive de chaque racine à des groupes naturels, nettement antagonistes, extenseurs ou fléchisseurs par exemple.

On note toutefois, à la seule inspection de nos tableaux, que chaque racine ne se distribue point symétriquement aux deux plans, aux deux grands ressorts musculaires antagonistes ; sinon l'on serait forcé de conclure à une action négative pour chaque racine et à une neutralisation mécanique des puissances musculaires respectivement opposées.

Il semble tout d'abord que le plan postérieur soit un peu deshérité, que la différenciation y soit moins complète, l'action des diverses racines moins spécialisée.

La VI[e] racine par exemple a déjà fourni, chez le chien, aux fléchisseurs de l'avant-bras sur le bras (biceps et brachial antérieur), alors qu'elle n'a point encore commencé l'innervation des extenseurs correspondants; la même racine, chez le singe, fournit aux biceps, brachial antérieur, rond pronateur, grand palmaire, alors que le triceps n'a reçu aucun filet, et que, par un saut remarquable, l'innervation du plan extenseur antibrachial est déjà commencée (long supinateur et radiaux).

Alors que la VII[e] racine, chez le chien, a donné tous les fléchisseurs de l'avant-bras sur le bras, plus le rond pronateur et le grand palmaire, elle n'innerve point encore la totalité des extenseurs de l'avant-bras sur le bras ; par une distribution dissociée, que nous n'avons pu retrouver sur le singe, elle donne des filets aux vastes interne et externe, aux radiaux, mais la longue portion du triceps n'est fournie que par la VIII[e] racine.

On voit bien que la distribution n'est point régulièrement symétrique aux deux plans ; l'innervation, au plan de flexion, est plus divisée, parce que les puissances musculaires y sont plus différenciées.

La présence d'une couche musculaire palmaire, de muscles intrinsèques importants, a entraîné un perfectionnement de l'innervation correspondante ; il y a, chez le chien, un petit rameau annexe, venu de la II[e] dorsale, et que nous n'avons point excité chez le singe ; il limite son action aux muscles intrinsèques de la main et commande les mouvements de flexion extrême des doigts. Au contraire, l'extension digitale se fait en masse par l'excitation de la VIII[e] cervicale et de la 1[re] dorsale; il n'a point d'action d'extension spéciale localisée à un filet particulier.

2[me] Loi. — *On voit, à mesure qu'on se rapproche des paires dorsales, la contraction gagner les segments inférieurs du membre.*

C'est là une formule qu'on peut vérifier, une loi qu'il est facile de contrôler sur notre tableau d'expériences. Ce rameau de la IIe dorsale, limitant son action à la main, en est une preuve intéressante.

Cette descente de la contraction ne se fait point toutefois sans irrégularités.

On trouve, au plan d'extension, quelques infractions à la loi : chez le singe, la VIe racine saute du deltoïde scapulo-acromial au long supinateur et aux radiaux, en négligeant l'innervation du grand rond, du grand dorsal et du triceps. Chez le chien aussi, la longue portion du triceps présente un retard dans son innervation ; la VIIe racine a déjà commencé la distribution au segment antibrachial (radiaux), alors que la longue portion qui appartient au segment brachial n'a reçu encore aucun filet.

La contraction descend d'ailleurs plus brusquement au plan d'extension et s'y étend plus promptement à la totalité du segment antibrachial du membre.

Il est une autre irrégularité à noter. Des racines inférieures, comme la VIIIe par exemple, chez le singe, qui semblent limitées au segment antibrachial du membre, fournissent des filets supérieurs, à trajet ascendant (grand pectoral et grand rond; grand dorsal), sans rien donner au segment brachial lui-même.

Ce sont là autant d'irrégularités de distribution que nous utiliserons pour expliquer les paralysies à localisations irrégulières, à déterminations capricieuses, que les cliniciens constatent et qu'ils ne peuvent expliquer.

3e Loi. — *A mesure que l'excitation se rapproche des paires dorsales, les contractions gagnent progressivement les masses musculaires, du bord radial du membre vers son bord cubital.*

A l'avant-bras en effet, ne voit-on pas, chez le singe, la VIe racine se distribuer : dans le plan antérieur, au rond pronateur et au grand palmaire ; dans le plan postérieur, au long

supinateur et aux radiaux ? Chez le chien, la VII[e] racine limite son action à ces deux mêmes attelles musculaires externes, respectivement opposées sur le bord radial du membre.

Ce n'est qu'avec la VIII[e] racine et la I[re] dorsale que les contractions gagnent la région interne des muscles antibrachiaux et se généralisent au plan profond des fléchisseurs et des extenseurs.

Car c'est une loi secondaire que les couches superficielles soient fournies avant les couches profondes : c'est une proposition corollaire de la seconde loi, puisque les muscles, plus profondément situés à l'avant-bras, sont aussi ceux dont le trajet est le plus long et qui fournissent aux extrémités digitales.

Ce transport régulier des contractions vers le bord cubital du segment antibrachial est une localisation remarquable que le tableau suivant fait plus nettement ressortir.

Constitution du plexus brachial chez le Chien.

MÉDIAN.	Médian externe 1	*Faisceau de la VI[e].*	Biceps ; brachial antérieur ; deltoïde claviculaire.
		Faisceau de la VII[e].	Biceps ; brachial antérieur ; deltoïde claviculaire ; rond pronateur ; grand palmaire.
	Médian interne	*Faisceau de la VIII[e].*	Rond pronateur ; grand palmaire ; fléchisseurs superficiel et profond ; cubital antérieur.
		Faisceau de la I[re] dors.	Fléchisseurs superficiel et profond ; cubital antérieur ; muscles intrinsèques de la main.
RADIAL.		*Faisceau de la VII[e].*	Vastes externe, interne ; radiaux.
		Faisceau de la VIII[e].	Longue portion ; deux vastes ; radiaux ; extenseurs ; cubital postérieur.
		Faisceau de la I[re] dors.	Longue portion ; extenseurs ; cubital postérieur, interosseux.
CUBITAL.		*Faisceau de la I[re] dorsale.*	Fléchisseur profond, cubital antérieur, muscles intrinsèques de la main.

Constitution du plexus brachial chez le Singe.

MÉDIAN.

Médian externe[1]

Tronc commun des V^e et VI^e. — Biceps ; brachial antérieur; deltoïde claviculaire. Rond pronateur; grand palmaire.

Faisceau de la VII^e. — Biceps légèrement. Rond pronateur; grand palmaire.

Médian interne.

Tronc commun de la VIII^e cervicale et I^re dorsale. — Rond pronateur; grand palmaire (légèrement.) Fléchisseur profond. Fléchisseur sublime. Cubital antérieur. Muscles intrinsèques de la main.

RADIAL.

Faisceau commun à la V^e et à la VI^e. — Deltoïde scapulo-acromial. Long supinateur et radiaux.

Faisceau de la VII^e. — Grand dorsal, grand rond ; triceps ; radiaux; extenseurs (légèrement).

Faisceau du tronc commun de la VIII^e et de la I^re dors. — Grand dorsal ; triceps ; extenseurs commun et propre. Abducteur du pouce.

CUBITAL : Fléchisseur profond; cubital antérieur ; muscles intrinsèques de la main.

Nous verrons plus tard quelle explication nous avons cru pouvoir fournir de ce transport très évident des contractions du bord radial du membre vers son bord cubital.

Ces deux tableaux, on le voit, sont absolument comparables et également concluants. Nous avons ainsi déterminé les territoires musculaires correspondant à chaque branche d'origine des troncs définitifs ; nous avons tracé les frontières exactes de ces zones de distribution, et nous en avons fixé les limites en des cartes

[1] Notons ici que, par une disposition qui se présente d'ailleurs quelquefois en anatomie humaine, les branches musculaires du musculo-cutané sont fournies par le médian.

coloriées qui, nous l'espérons, seront plus démonstratives qu'une liste obscure et compliquée de muscles contractés, que l'énumération aride de faisceaux musculaires diversement innervés.

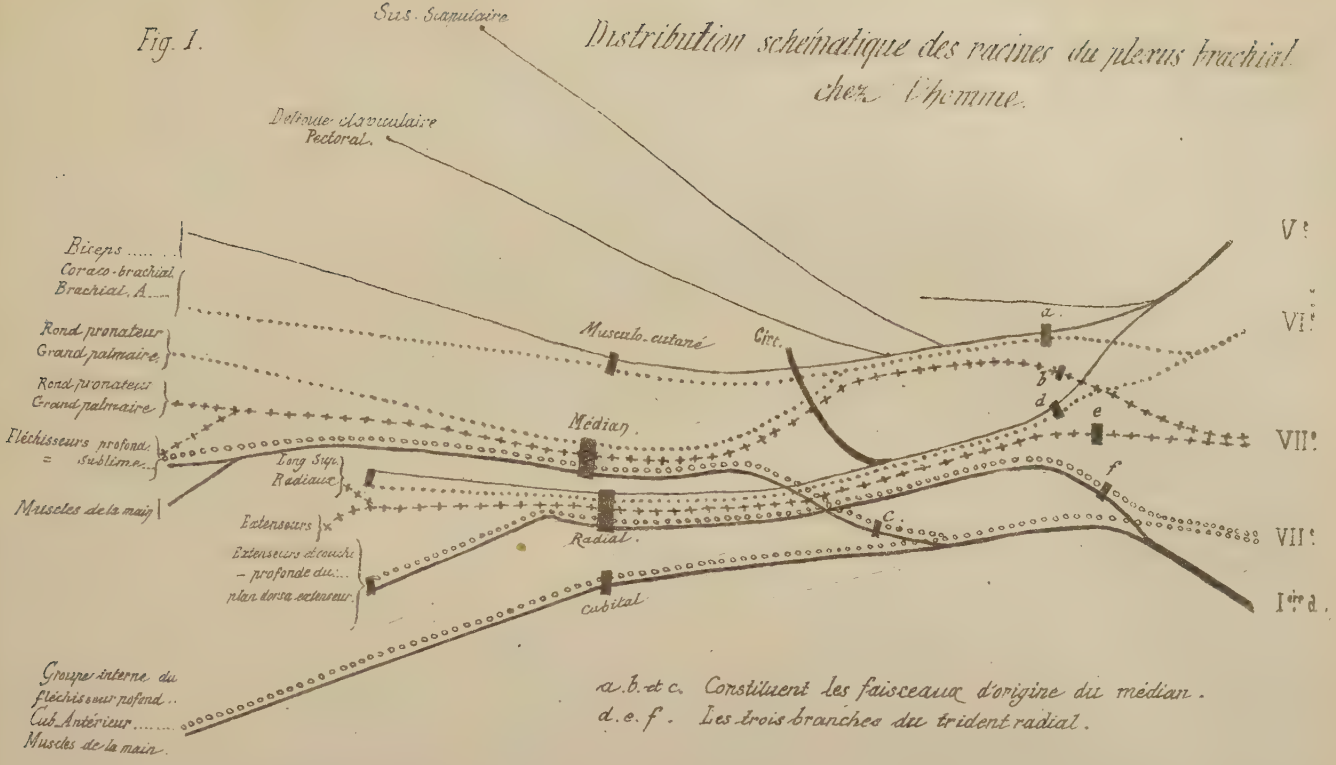
Comme conclusion pratique et comme application utile, nous avons cru que, l'identité anatomique justifiant l'assimilation physiologique, nous pouvions adapter ces résultats à l'observation humaine, et passer des recherches du laboratoire à l'application clinique immédiate. On nous dira que la transition est difficile ; qu'importe, si la comparaison est utile et si l'adaptation est vraisemblable.

Nous avons construit un plexus brachial sur le schéma classique d'Hirschfeld ; nous n'en avons point violenté l'arrangement pour les besoins de la théorie ou les exigences de la thèse : nous nous sommes contenté d'éclairer le détail anatomique par l'observation physiologique, d'élaguer les branches secondaires, de dégager les filets importants. (Pl. II *bis.*)

C'est un cadre tout prêt pour les observations cliniques ; c'est un guide pour l'étude des paralysies localisées.

Fig. 1.

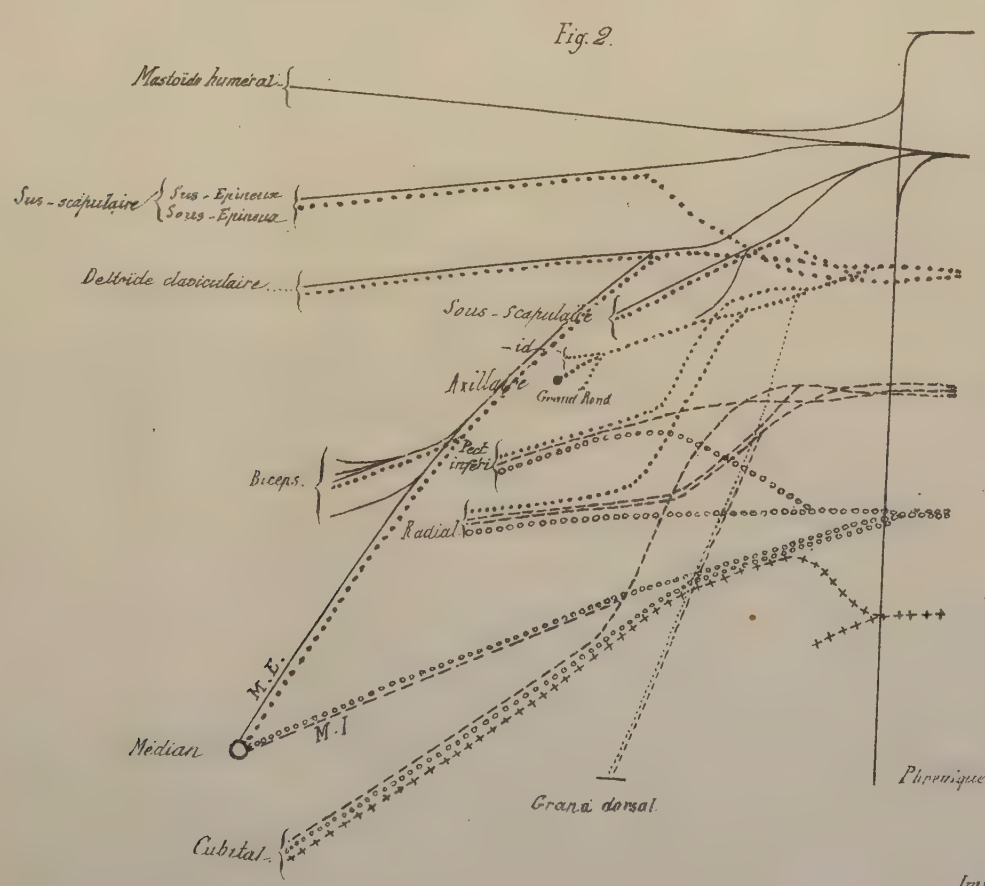
Distribution schématique des racines du plexus brachial chez l'homme.



a. b. et c. Constituent les faisceaux d'origine du médian.
d. e. f. Les trois branches du trident radial.

Schéma du plexus brachial chez le chien.

Fig. 2.



Imp. Boehm & Fils. Montp.^r

PLEXUS LOMBO-SACRÉ.

Sections nerveuses. — La méthode des sections nerveuses nous a donné, chez la grenouille, d'excellents résultats.

Nous avons vu déjà que Müller et Van Deen avaient fait la section comparée des trois nerfs qui constituent chez la grenouille le tronc du sciatique. Ils avaient déjà noté qu'après la section du I^er^ nerf inguinal, « l'animal exécutait encore tous les mouvements du membre, mais ne pouvait plus ramener la cuisse vers l'abdomen ; après la section du II^e^ nerf, tout mouvement cessait dans les muscles de la cuisse et de la jambe, mais les mouvements de la patte conservaient leur intégrité ; après la section du III^e^ nerf, la patte était paralysée ».

Ici encore nous préférons à la description aride des expériences, la reproduction des allures, la représentation des paralysies limitées, consécutives aux diverses sections nerveuses.

Trois branches constituent le tronc du sciatique ; une anastomose unit les deux premières : ce sont donc quatre sections nerveuses et quatre groupes spéciaux d'expériences. Nous avons installé en effet une série d'expériences comparatives consistant à sectionner d'un côté la branche étudiée, à la maintenir seule de l'autre côté sur la même grenouille. Les troubles paralytiques se jugeaient plus nettement par comparaison directe, se dégageaient mieux par rapprochement sur le même animal. Ainsi était réalisée l'égalité absolue des conditions expérimentales ; l'on assurait la parité complète des réactions, l'on évitait tout danger de variétés anatomiques. (V. Pl. VI.)

1°. *Section* : *à* droite, *du* 1^er^ *nerf inguinal* ; *à* gauche, *des deux autres branches.*

Droite : L'animal ne peut ramener la cuisse vers l'abdomen ; tout

mouvement d'adduction est aussi impossible. Le membre a conservé sa vigueur pour les autres mouvements.

Gauche : La cuisse est fortement relevée vers l'abdomen ; le reste du membre est inerte.

2°. *Section* : *à* DROITE, *du* 2e *nerf* ; *à* GAUCHE, *du* 1er *et du* 3e.

Droite : Flexion de la cuisse sur le bassin presque impossible.

Prédominance des extenseurs : le membre est fixé en extension forcée, avec élargissement de la membrane interdigitale, fortement étalée.

Gauche : Légère flexion de la cuisse sur le bassin.

La flexion prédomine dans le membre : la patte est inerte et passive.

3°. *Section* : à DROITE, *de l'anastomose ; à* GAUCHE, *section du* 1er *nerf, au-dessus du filet anastomotique*, et *du tronc commun des deux derniers au-dessous*.

Droite : Gêne dans l'adduction et la flexion de la cuisse sur le bassin.

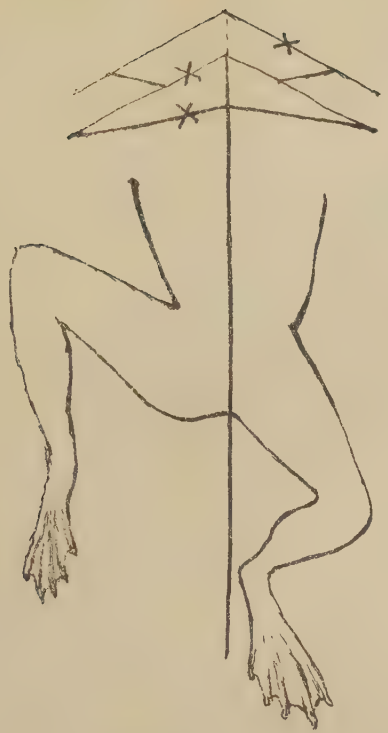
Gauche : Légère adduction possible : inertie complète du reste du membre.

4°. *Section* : *à* DROITE, *du* 3e *nerf* ; *à* GAUCHE, *des deux premiers*.

Droite : Adduction et flexion du membre.

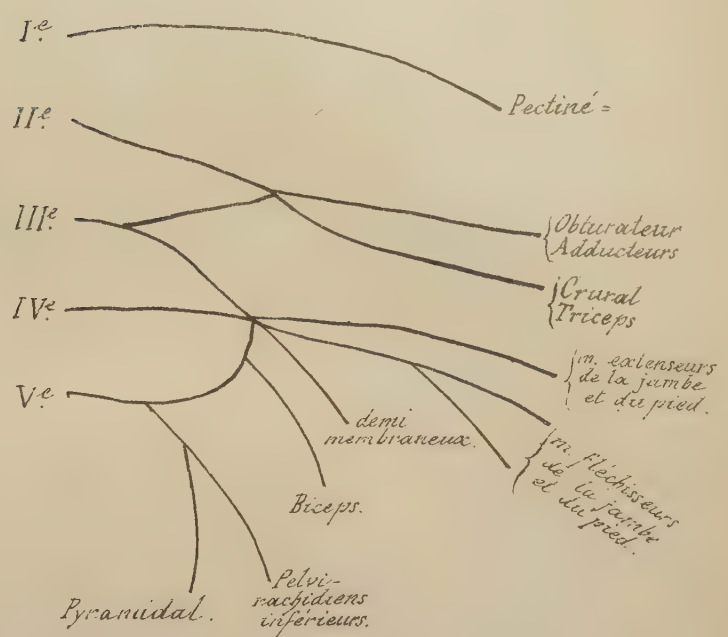
Gauche : Le membre est en extension complète ; la membrane digitale étalée par un écartement forcé. Il y a une impossibilité absolue d'adduction du membre vers l'abdomen, et de flexion de la cuisse.

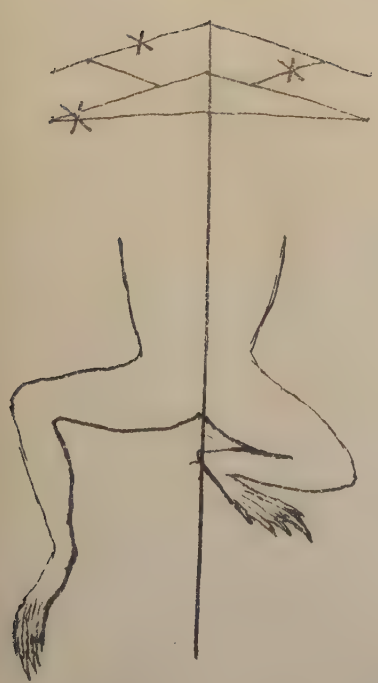
L'analyse est ici facile et les conclusions évidentes : le premier nerf commande les mouvements d'adduction et de flexion de la cuisse sur le bassin ; son territoire de distribution est le groupe musculaire interne du segment fémoral. La seconde branche fournit encore aux agents d'adduction, le filet anastomotique semble s'y limiter ; elle innerve aussi la cuisse et la jambe, commande aux mouvements de flexion, mais sa zone de distribution ne s'étend point à la patte. C'est le troisième nerf



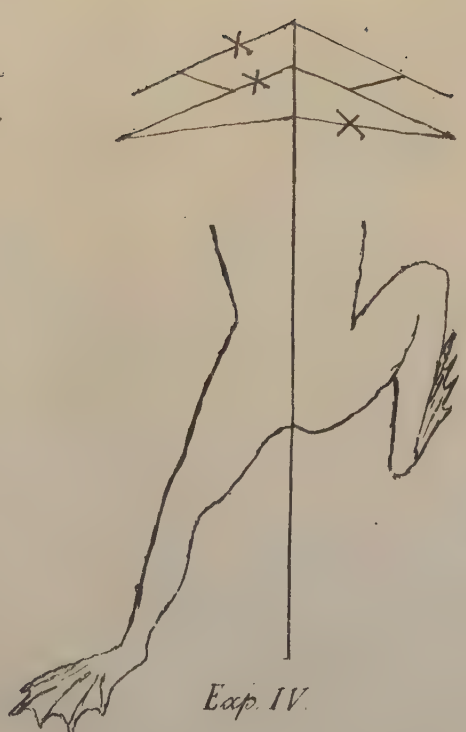
Exp. I

Plexus lombaire du Lézard.

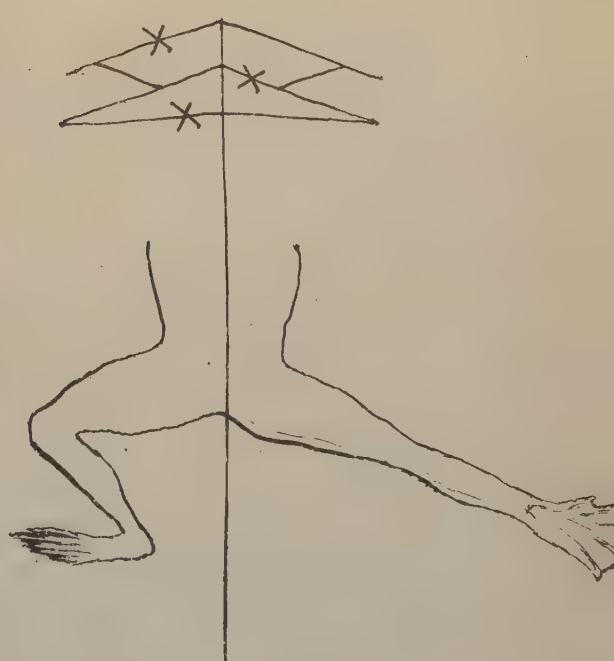




Exp. II.



Exp. IV.



Exp. III.

Auto. Boetsm & Fils Montp.

qui fournit à ce dernier segment du membre inférieur ; c'est lui aussi qui commande les mouvements d'extension.

Deux points intéressants se dégagent de ces recherches et entreront dans nos lois générales de distribution des racines : c'est d'abord cette action progressivement descendante, de telle sorte que la racine inférieure commande au segment inférieur du membre ; c'est ensuite cette particularité que les muscles internes de la cuisse sont les premiers innervés, et que c'est leur territoire qui est le premier fourni.

Excitations. — Avant d'exposer les résultats de nos excitations sur les branches du plexus lombaire chez le chien et le singe, nous résumerons nos expériences analogues sur la grenouille et le lézard.

Sur la grenouille, l'excitation a donné les résultats suivants :

1er nerf.	Adducteurs fortement contractés : la cuisse est ramenée vers l'abdomen et en dedans.
2e nerf.	Muscles de la cuisse et de la jambe. La jambe est étendue sur la cuisse : contraction du gastro-cnémien et extension du pied sur la jambe.
3e nerf.	Rotation, en dehors, de la cuisse. Tous les muscles de la cuisse, de la jambe, de la patte. La patte se contracte fortement.

Comme on le voit, il n'y a point discordance entre les résultats de l'excitation et ceux de la section.

Chez le lézard, le plexus lombo-sacré n'a point cette disposition rudimentaire ni cette simplicité absolue. Six racines se combinent pour sa formation, mais l'analyse fonctionnelle y est encore facile.

Voici les résultats de l'excitation ; une reproduction schématique du plexus lombo-sacré sur le lézard rendra la lecture plus facile et le contrôle plus rapide.

1re	branche. —	Contractions du pectiné.
2e	—	Adducteurs de la cuisse : droit antérieur.
3e	—	Mêmes muscles : contractions prédominantes du droit antérieur. Extension de la jambe sur la cuisse.
4e	—	Flexion légère de la jambe sur la cuisse : extension du pied et mouvement qui porte le pouce en dedans (action identique à celle des péroniers).
5e	—	Flexion de la jambe sur la cuisse : mouvements de flexion très intense de la patte.
6e	—	Pyramidal : ce muscle, très développé, rapproche ici par une sorte d'adduction le membre contre le corps.

De ce tableau d'expériences, les mêmes conclusions se dégagent, les mêmes relations apparaissent :

1° L'action descend aux segments inférieurs du membre, à mesure que l'excitation descend aux dernières racines ;

2° Les masses musculaires internes sont les premières innervées.

Ces observations sont instructives, car elles portent sur des membres où l'appareil myologique est plus simple, où les groupes musculaires ont une éducation moins parfaite, où la disposition primitive des leviers osseux et des puissances musculaires n'est point encore troublée par des adaptations différentes. Elles éclaireront nos expériences et faciliteront nos conclusions, quand il s'agira d'animaux plus élevés et de masses musculaires plus différenciées.

Nous conserverons l'ordre adopté pour le plexus brachial. Nous commencerons par l'excitation totale des racines lombo-sacrées, et discuterons à ce propos les conclusions de Ferrier et Yéo. Nous ferons ensuite l'excitation isolée des fibres diverses de ces racines, et déterminerons pour chacune la région musculaire correspondante.

Nous devons tout d'abord discuter le procédé au moyen du-

quel Ferrier et Yéo prétendent reconstituer l'identité anatomique complète entre le plexus lombaire du singe et celui de l'homme.

Il faut pour cela, disent-ils, compter la I^re^ lombaire comme dernière dorsale et la VII^e^ lombaire comme première sacrée. Dès lors, suivant ces auteurs, la ressemblance est absolue, la comparaison frappante.

Nous avons nous-même, après dissection minutieuse, rapproché en un tableau d'ensemble les réductions schématiques du plexus lombo-sacré chez le chien, le singe et l'homme : leur examen comparé démontre l'invraisemblance de la construction anatomique imaginée par Ferrier et Yéo. Au lieu de ce déplacement compliqué qu'ils proposent, de ce bouleversement des racines, la comparaison se simplifie et l'identité se manifeste, si l'on se contente de considérer la VII^e^ lombaire du singe et du chien comme l'analogue de la V^e^ chez l'homme, et leur IV^e^ lombaire comme comparable à notre II^r^; on voit alors l'obturateur et le crural se former, comme chez nous, de trois branches combinées, homologues; la physionomie des plexus est alors identique, (Pl. II, *fig.* 2.)

Que dire d'ailleurs si l'on admet l'hypothèse de Ferrier et Yéo, d'un tronc lombo-sacré (VI^e^ lombaire du singe et du chien) qui fournirait au crural et à l'obturateur ?

N'est-il point rationnel, en outre, de supposer que l'allongement s'est fait par dédoublement des deux vertèbres lombaires supérieures ou par détriplement de la première ? Le résultat anatomique est le même et l'hypothèse n'est pas plus invraisemblable. Ce sont les parois abdominales qui se sont développées et non le membre pelvien; pourquoi l'innervation du membre inférieur aurait-elle été troublée ? La division et le dédoublement ne peuvent intéresser que la première ou les deux racines supérieures, devenues plus nombreuses, pour innerver des parois abdominales plus développées.

Le plexus est donc simplement descendu en totalité ; il s'est abaissé en masse, sans cette désorganisation dans sa structure, sans ces transpositions dans ses branches constituantes, qu'avaient voulu établir Ferrier et Yéo.

L'excitation des racines lombo-sacrées nous a donné les résultats suivants :

IV^e^ LOMBAIRE. — *Flexion de la cuisse sur le bassin et extension de la jambe.* Ce sont aussi les mouvements notés par Ferrier et Yéo, qui n'ont point indiqué l'*adduction très évidente du membre*. Marcacci et Bert avaient noté pour cette racine la flexion de la cuisse sur le bassin : ils lui en avaient accordé le monopole.

V^e^ LOMBAIRE. — *Extension de la jambe, avec adduction de la cuisse : le pied est fléchi sur la jambe et renverse en dehors sa face dorsale.* Nous n'avons point trouvé l'extension de la cuisse, indiquée par Ferrier et Yéo ; c'était aussi une spécialité que Bert et Marcacci avaient faite à cette racine.

VI^e^ LOMBAIRE. — *Rotation en dehors de la cuisse et son extension. La jambe est fléchie légèrement.* Les péroniers déterminent un renversement du pied, la *face plantaire en dehors. Flexion plantaire des doigts au niveau des 2^e^ phalanges*.—C'est l'action notée par Ferrier et Yéo.

VII^e^ LOMBAIRE. — *Flexion de la jambe* : le pied est entraîné par le triceps sural en extension. *Flexion des doigts* ; la face plantaire regarde en dedans.

I^re^ SACRÉE. — *Adduction et flexion du pouce, flexion des extrémités digitales* ; l'action des muscles intrinsèques détermine le rapprochement des doigts, la diminution du diamètre transversal du pied.

II^e^, III^e^, VI^e^ SACRÉES. — *Mouvements caudaux.*

Ces excitations totales des racines, Bert et Marcacci les ont répétées (la communication de Ferrier et Yéo est de mars 1881 ; la note collective de Bert et Marcacci est d'octobre 1881) sur le plexus lombaire du chien et du chat.

Ces auteurs ne se préoccupent point d'établir la comparaison anatomique avec le plexus de l'homme ; ils ne font point la

transposition imaginée par Ferrier et Yéo, parlent sans explication préalable des Ie, IIe, IIIe racines du plexus lombaire du chien, et comptent comme telles la IVe, la Ve, la VIe; leur Ve racine est par conséquent la Ire sacrée. Ils admettent donc, comme nous, la concordance absolue et la comparaison exacte entre les quatre dernières lombaires chez l'homme et le chien, et ne voient point le besoin de la construction anatomique indiquée par Ferrier et Yéo.

Nous avons résumé ailleurs leurs résultats; nous avons montré combien leurs localisations sont absolues, comment ils spécialisent chaque racine dans un rôle mécanique défini, flexion ou extension par exemple.

Nous avons répété leurs expériences sur le chien : les racines étaient excitées, soit dans le canal vertébral, soit dans leur trajet extra-rachidien ; ces excitations ne nous ont jamais donné des résultats de localisation rigoureuse, de spécialisation fonctionnelle exclusive, mais des mouvements plus complexes et des actions musculaires moins simplement combinées.

IVe LOMBAIRE.—Bert et Marcacci notent pour la Ire racine du plexus lombaire (IVe lombaire du chien), la *flexion de la cuisse sur le bassin* ; cette *flexion* existe, mais elle se complique d'une *adduction* légère (pectiné : premier adducteur).

Ve LOMBAIRE. — La Ve lombaire (seconde racine du plexus lombaire pour Bert et Marcacci) préside aux mouvements d'*extension* de la *jambe*, dit P. Bert dans sa note ; de la *cuisse*, dit Marcacci dans sa communication. Tous deux notent cependant les mêmes muscles contractés : partie antérieure du vaste externe, une portion du fascia lata et du vaste interne. Nous avons toujours trouvé l'*extension de la jambe avec adduction*. Si l'on se reporte à notre Tableau schématique, il sera facile d'en trouver la raison anatomique.

VIe LOMBAIRE. — La VIe lombaire (troisième racine du plexus lombaire) présente, suivant Bert et Marcacci, une fonction analogue avec quelques particularités. Ils ont très justement noté la contraction de la partie fémorale du biceps, qui produit l'extension de la jambe,

tandis que sa portion tibiale, qui commande la flexion, reste immobile. (Car, chez le chien, le biceps en dehors, le demi-tendineux en dedans, se prolongent à la région jambière par une expansion aponévrotique remarquable, qui se met en connexion avec la masse du triceps sural.) *Extension de la jambe avec adduction* : tel est le mouvement que nous avons toujours noté.

VII[e] LOMBAIRE. — (IV[e] racine du plexus lombaire). Elle provoque, comme l'ont noté Bert et Marcacci, des contractions dans le biceps jambier, fessiers (extenseurs de la cuisse), le demi-tendineux et le demi-membraneux (fléchisseur de la jambe), qu'on pourrait ici considérer comme un faisceau tibial du grand adducteur). Ce sont bien là les agents musculaires contractés ; mais quelle est la contraction résultante? *Flexion de la jambe et extension de la cuisse*, suivant P. Bert. C'est en effet une extension directe de la cuisse que nous avons notée; les deux attelles des adducteurs et des abducteurs s'annulent (masses ischio et pubio-fémorales) et l'extension est droite; *il y a en outre flexion de la jambe et extension des orteils.*

I[re] SACRÉE. Elle préside, pour Bert, aux mouvements de la queue (V[e] racine du plexus). Ce n'est point encore, d'après nos expériences, une racine caudale : la II[e] sacrée seulement commence ces mouvements. Pour l'excitation de la I[re] sacrée, nous avons dans toutes nos observations mentionné la *déviation de la jambe en dehors* (péroniers) et une *flexion intense des orteils.*

Que l'on parcoure cette liste peu instructive de mouvements combinés peu déterminés; que plutôt on examine sur notre Tableau d'ensemble la série des positions entre lesquelles oscille le membre inférieur pour ces diverses excitations : est-il possible d'adapter un jeu de mouvements aussi rudimentaire aux exigences de fonctions mécaniques aussi perfectionnées ; comment l'éducation musculaire si complète du membre inférieur chez le singe pourrait-elle s'accommoder de mouvements associés aussi restreints ?

Et ici, comme pour le plexus brachial, il faut conclure à l'inutile détermination de ces mouvements d'ensemble ; ici encore,

il faut décomposer le plexus et analyser les rameaux élémentaires.

Ce serait une disposition moins évidente que de présenter ici, comme pour le plexus brachial, les muscles en une double liste : il est plus difficile au membre inférieur d'opposer deux plans musculaires symétriques, d'établir deux systèmes de puissances antagonistes formés de groupes musculaires mécaniquement associés et anatomiquement comparables.

Nous croyons préférable de présenter nos résultats de la façon suivante ; nous rapportons sur une réduction schématique, à chaque branche du plexus, le territoire musculaire correspondant, et nous conduisons sur notre schéma chaque faisceau d'origine à sa zone de distribution. (V. Pl. IV.)

Voici un tableau analogue qui résume nos résultats obtenus chez le chien, répétés en près de quinze expériences sur cet animal, et confirmés par l'expérimentation sur le singe.

Nous n'avons point compris dans ce tableau d'expériences nos recherches sur les premières paires lombaires. Elles nous ont fourni cependant des résultats remarquables qui confirment nos lois générales.

L'excitation intravertébrale des racines lombaires chez le chien, nous a fourni des observations intéressantes;

12e Dorsale. — Région supérieure du droit antérieur de l'abdomen.

1re Lombaire. — Faisceaux moyens du grand droit.
Faisceaux costo-transversaires du carré des lombes.
Groupes supérieurs du grand oblique et du transverse.

2e Lombaire. — Faisceaux inférieurs du grand droit, grand oblique du carré.
Groupes supérieurs du petit oblique.
Groupes moyen du transverse.

3e Lombaire. — Groupes inférieurs du carré des lombes.

Segment inférieur du grand droit.
Groupes moyens du petit oblique.
Faisceaux inférieurs du transverse.

L'innervation des parois adominales se distribue donc par zones progressivement descendantes, par segments superposés.

L'exemple le plus frappant est fourni par le grand droit antérieur de l'abdomen ; chaque tronçon de ce muscle, chacun de ses segments, est un département distinct où se localise l'action d'une racine et où elle s'isole nettement. L'intersection aponévrotique équivaut ici à la séparation fonctionnelle ; à mesure que descend l'excitation sur les racines inférieures, elle se traduit par un renflement en boule du segment contracté, tandis que les tronçons musculaires voisins se laissent passivement entraîner.

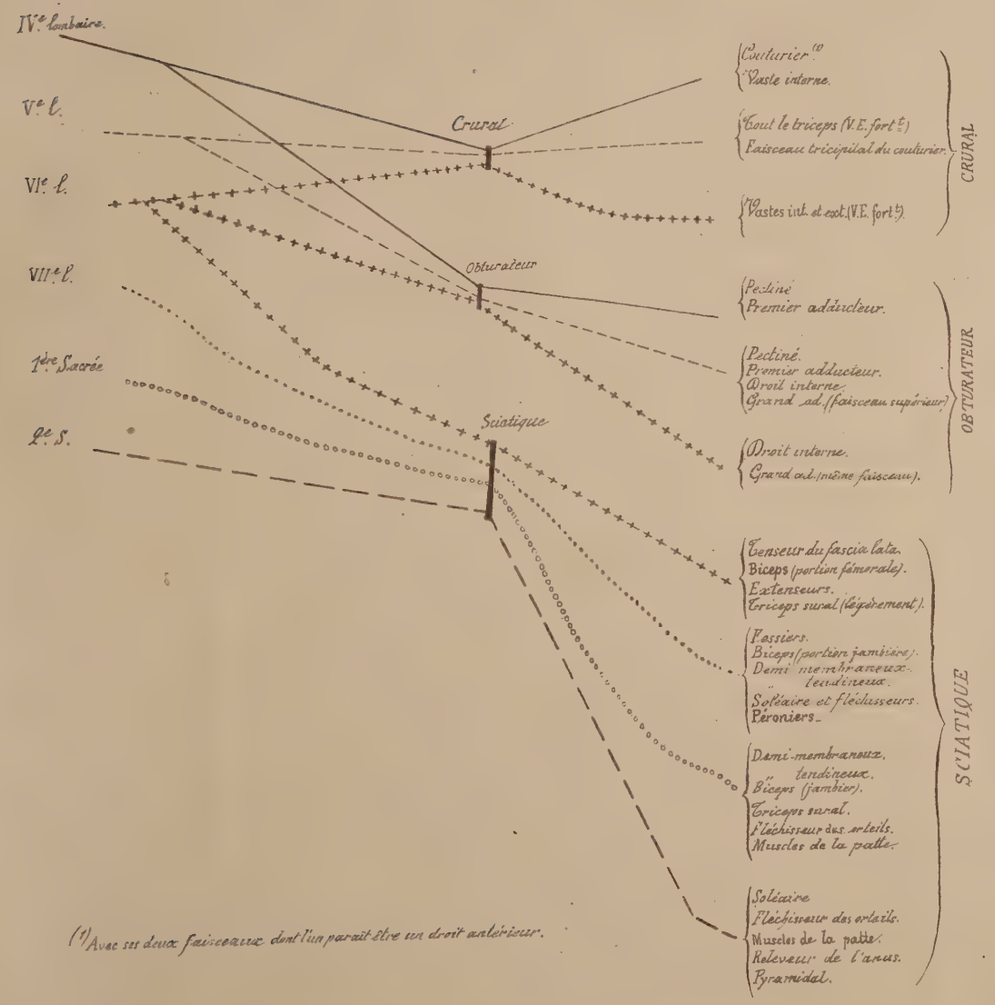
Nous croyons utile de rapprocher de ces résultats ceux que nous avons obtenus par l'excitation des trois branches d'origine du phrénique ; ils démontrent la même action localisée et tendent aux mêmes conclusions. Trois racines cervicales contribuent à la constitution du phrénique : la III^{e}, la IV^{e} et la V^{e}; la I^{re} commande la contraction de la moitié antérieure du diaphragme, qui se contracte en une bande musculaire étroite, pendant que la zone postérieure reste flasque et inerte ; les deux autres fournissent à cette moitié postérieure dont la contraction isolée contraste alors avec le repos absolu des fibres antérieures.

Ces résultats devraient être, au point de vue de l'anatomie, rapportés au plexus brachial ; il nous a semblé, au point de vue physiologique, qu'ils constituaient avec les précédents un groupe comparable d'expériences, et qu'ils tendaient comme eux à une démonstration évidente de l'action localisée des racines dans des segments différents d'une même masse musculaire anatomiquement indivise.

Quelles sont les formules définitives qui puissent résumer ces

Distribution schématique des racines du plexus lombo-sacré du Chien.

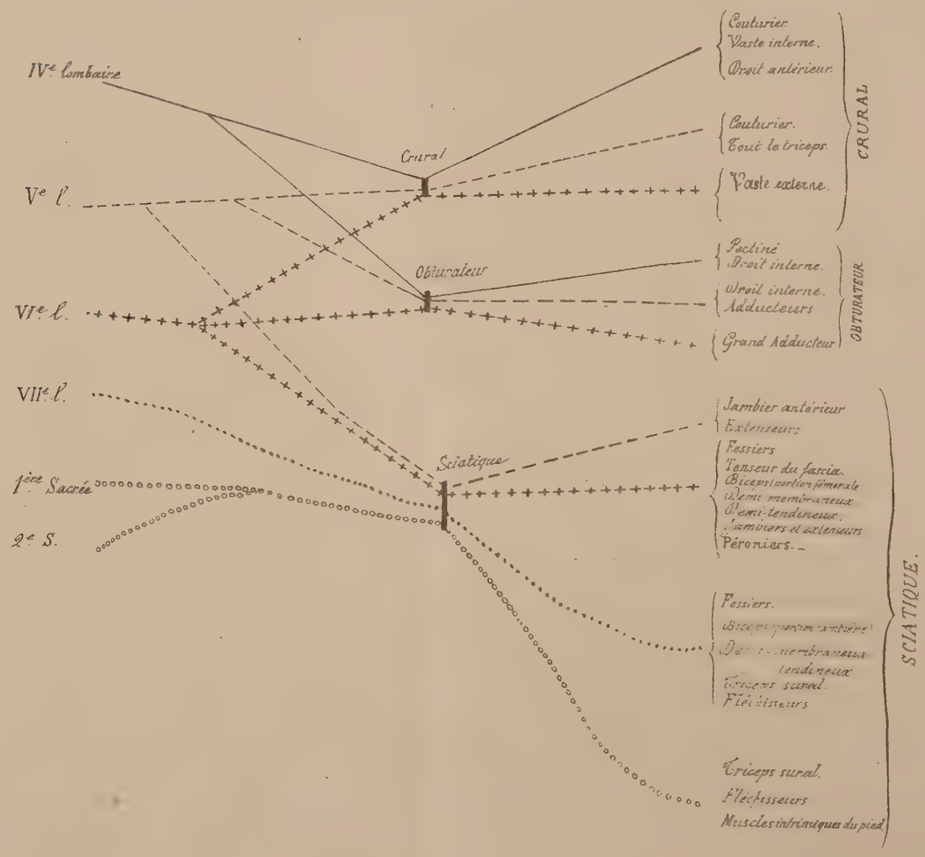
Fig 1



(1) Avec ses deux faisceaux dont l'un paraît être un droit antérieur.

Distribution schématique des racines du Plexus lombo-sacré chez le Singe.

Fig 2



Imp. Boehm & Fils. Montpt.

observations complexes? Quelles lois fondamentales règlent ici la distribution des racines?

Il faut tout d'abord reconnaître que chaque racine ne fournit point ici, comme pour le plexus brachial, aux deux plans musculaires cpposés ; les masses fessières qui commandent l'abduction et l'extension de la cuisse, sont innervées par la VI^e^ et la VII^e^ ; les puissances qui déterminent l'adduction et la flexion de la cuisse, sont fournies par la IV^e^ et la V^e^. Les fléchisseurs de la jambe reçoivent des dernières racines ; ce sont les premières qui fournissent aux agents extenseurs de la jambe sur la cuisse.

La première loi relative au plexus brachial n'est donc point ici applicable, du moins pour le segment fémoral du membre; car plus bas une même racine fournit au plan des fléchisseurs et des extenseurs du pied.

Mais deux lois fondamentales ressortent des détails des expériences, deux conclusions résument les faits observés :

I^re^ Loi. — *A mesure qu'on se rapproche des paires sacrées inférieures, l'excitation descend aux masses musculaires des segments inférieurs.*

Nous avons vu, à l'abdomen, les contractions gagner ainsi, par une marche régulièrement descendante, les groupes inférieurs des muscles des parois, et nous avons cité cette descente remarquable dans les segments du grand droit antérieur.

Au membre pelvien, les contractions descendent également aux articles inférieurs ; l'on pourrait dire que la IV^e^, V^e^ et VI^e^ lombaire sont des racines fémorales ; la VII^e^ lombaire et la I^re^ sacrée des racines jambières ; et la II^e^ sacrée, chez le chien, une racine pédieuse. Et dans un même article, les groupes musculaires sont successivement innervés suivant leur ordre de superposition. Dans le Tableau IV, on voit les branches composantes de l'obturateur fournir successivement aux masses mus-

culaires adductrices, étagées ; le pectiné est fourni d'abord, puis les adducteurs suivant leurs rapports de superposition.

Cette loi est identique à la IIe formule, relative au plexus brachial; et cette action limitée de la IIe sacrée, localisée chez le chien aux muscles intrinsèques de la patte, de la Ire sacrée circonscrite, chez le singe, au même territoire de distribution, nous rappelle l'action localisée de la Ire dorsale et du rameau annexe de la seconde.

IIe Loi. — En même temps que l'action suit cette marche descendante vers les segments inférieurs, on voit, *à mesure que l'excitation se rapproche des racines inférieures, les contractions gagner progressivement les masses musculaires* DU PLAN INTERNE DU MEMBRE VERS LE PLAN EXTERNE.

Ne voyons-nous pas, en effet, des trois branches qui composent le tronc du crural :

La Ire (branche de la IVe) fournir au couturier et au V. interne.
La IIe » » Ve » au triceps ; au V. ext. surtout.
La IIIe » » VIe » vaste interne et V. E. (celui-là fortement).

Il suffit de considérer notre Tableau IV pour voir cette progression remarquable des contractions du bord interne du membre sur le bord externe. L'exemple en est fourni par les péroniers ; la Ve lombaire fournit chez le singe des filets au jambier antérieur, dont la contraction explique le renversement du pied, avec sa face dorsale tournée en dehors ; c'est au contraire la VIe lombaire qui innerve les péroniers dont la contraction rend compte de la torsion du pied, basculant sur le bord interne, la face plantaire étant tournée en dehors.

Cette loi est le corollaire évident de la formule comparable indiquée pour le plexus brachial ; mais, tandis qu'au membre supérieur le transport des contractions se fait *du bord radial*

externe vers le bord cubital interne, la marche de l'innervation est inverse au membre pelvien ; l'attaque s'y fait ici par les *groupes musculaires internes* et les contractions y gagnent progressivement, avec les racines inférieures, les *masses musculaires externes*.

Faut-il y voir une distribution simplement capricieuse, ou plutôt la conséquence obligée d'un ordre anatomique défini ? Est-ce un pur hasard, une irrégularité de l'innervation, ou bien une disposition organique arrêtée ?

Nous croyons avoir trouvé la raison anatomique de cette loi physiologique dans la situation primitive des membres et dans leur orientation initiale.

Il ne faut point en effet se les représenter avec leur situation modifiée, leurs déviations acquises, leurs adaptations de perfectionnement. Il faut les placer dans leur position initiale ; *les deux membres ne sont primitivement que deux palettes placées à angle droit sur les côtés du corps, dans un plan parallèle à l'axe vertébro-sternal, et parallèles entre elles.*

A mesure que le développement s'avance, ils s'infléchissent de telle sorte que le 2e article (avant-bras et jambe) se courbe au-dessous et vers la ligne médiane sur l'article supérieur, et que le 3e segment (main ou pied) prend une courbure opposée. « La face ventrale de l'avant-bras est tournée en dedans, la face dorsale en dehors, la paume de la main et du pied en bas, leur dos en haut. » *Le radius et le tibia sont tournés en avant et vers la tête, le cubitus et le péroné en arrière ou vers l'extrémité caudale ;* par rapport à l'axe du membre lui-même, les deux premiers sont dans une position préaxiale, les deux autres ont une situation postaxiale. Chez beaucoup d'Amphibiens et de Reptiles, les membres des adultes ne s'éloignent pas beaucoup de cette position primitive.

On comprend dès-lors quel intérêt nous avions à faire l'excitation des racines, à en étudier l'action chez des animaux (grenouille et lézard) où le plan d'organisation primitive se retrouve, où la simplicité des agents musculaires et l'orientation peu modifiée des leviers osseux facilitent l'analyse physiologique.

Plus tard, non point *par torsion*, comme l'admettait Martins, mais *par rotation* sur leur axe général, les membres modifient leur orientation primitive. *Au membre supérieur, la face ventrale devient antérieure, la face dorsale postérieure; la flexion se fait en avant et parallèlement au plan vertébro-sternal; les deux pièces du second article subissent des déplacements concomitants; le radius devient externe, le cubitus interne.* Au membre inférieur, *la rotation fémorale est inverse; la ligne âpre, primitivement interne et ventrale, devient postérieure; la face convexe dorsale devient antérieure, le plan de flexion devient postérieur.* Quand le fémur a acquis sa nouvelle position, *le tibia est devenu interne, le péroné externe.*

Nous ne voulons point compliquer notre hypothèse de considérations arides d'anatomie philosophique ; nous ne voulons point la hérisser de subtilités de zoologie comparée ; il n'y faut voir aucune intention philosophique, aucune tendance théorique, mais seulement une explication proposée à un résultat expérimental remarquable, une solution provisoire à un point du problème.

Si en effet on restitue cette orientation primitive des deux membres, n'est-il point explicable alors que les paires supérieures du plexus brachial fournissent au bord radial devenu supérieur ; que les paires sous-jacentes, au contraire, soient attribuées au bord cubital devenu inférieur ? N'est-ce point aussi une distribution rationnelle, commandée par la même disposition, qu'au premier segment du membre inférieur, les adducteurs, qui avant toute rotation étaient *prémoteurs* du membre, soient innervés par les paires supérieures ou antérieures ; que les fessiers *ré-*

tromoteurs de la cuisse soient fournis au contraire par les racines inférieures ou postérieures ? La même hypothèse n'explique-t-elle point qu'à la jambe, le jambier antérieur, à situation pré-axiale, soit innervé avant les péroniers, dont la situation était primitivement post-axiale.

Ce n'est assurément là qu'une hypothèse ; mais elle a le double mérite de s'appuyer sur un fait anatomique et d'être vérifiée par des résultats expérimentaux constants.

CONCLUSIONS PHYSIOLOGIQUES.

De ces expériences, que faut-il conclure ? de ces lois, quel principe faut-il dégager ?

Il semble, en résumé, *que la question de distribution topographique prime ici celle de spécialisation physiologique.* La distribution des racines n'obéit pas à un ordre fonctionnel préétabli : elle n'est réglée que par la disposition respective des groupes musculaires.

S'obstiner à défendre la spécialité mécanique de chaque racine, c'est une illusion : localiser chacune d'elles dans un système musculaire naturel, c'est une erreur.

Si la spécialité physiologique existe, *elle n'est vraie que pour les troncs définitifs :* le médian et le cubital sont des nerfs fléchisseurs, le radial un nerf extenseur. Or, chacun de ces troncs étend ses branches d'origine à des segments médullaires multiples ; il faut donc en conclure que les noyaux à action spéciale sont disséminés dans la colonne médullaire, ne se ramassent point en des segments communs, ne se concentrent point en des centres spéciaux. Ils s'étagent au contraire sur toute la longueur et se groupent indifféremment au niveau de plusieurs racines. *C'est la division du travail substituée au monopole exclusif.*

Chaque racine n'est donc point *un système de fibres synergiques réduites à un rôle mécanique commun, limitées à un même système de muscles ayant le privilège d'un mouvement déterminé unique.* Elles sont au contraire *des faisceaux mixtes* à distribution différente et à *fonctions multiples.* Et cela s'accorde bien avec les nécessités d'une bonne mécanique animale. Si les racines étaient, comme le veut Marcacci, bornées à un

système musculaire, si chacune d'elles n'était qu'un groupe de filets fléchissants ou extenseurs par exemple, leur fonctionnement isolé ne produirait que des actions tumultueuses et des contractions incohérentes. C'est une loi mécanique que, dans tout mouvement, les muscles antagonistes modèrent et règlent la contraction par leur tension active ; ils sont comme des ressorts qui graduent l'effet total, qui transforment en actions musculaires coordonnées des contractions qui ne seraient sans cela que des secousses convulsives et des mouvements inopportuns. On comprend donc qu'une même racine, qui fournit à des puissances musculaires opposées, emprunte ses radicules d'origine à des noyaux médullaires différents.

Les plexus nous apparaissent donc comme des *centres de répartition* qui concentrent en un même tronc définitif des fibres dont le *rôle fonctionnel est le même*, mais dont l'origine médullaire est différente et le territoire de distribution spécial. L'union de ces branches au niveau des plexus, leur groupement en un faisceau commun, nous expliquent la simultanéité d'action des muscles synergiques ; leur origine isolée, au niveau de racines différentes, nous rend compte de la contraction indépendante d'un groupe musculaire donné dans un même système associé.

On peut dire, en résumé, que chaque racine commande à une région donnée ; qu'elle s'y distribue dans des territoires topographiquement constants mais fonctionnellement indéterminés ; elle est la racine d'un département musculaire donné, elle n'est point la racine d'une fonction.

C'est qu'en effet il n'est point permis de localiser au niveau de chaque racine un centre limité à fonction mécanique spécialisée. Au lieu de ces centres simples, avec racines émergentes préposées à un rôle mécanique constant, il faut admettre l'existence de noyaux secondaires disséminés, de groupes cellulaires synergiques affectés à des racines différentes.

Le problème est alors de chercher, comme nous l'avons fait, *la part d'innervation dévolue à chacun de ces noyaux secondaires ; de décomposer pour cela chaque racine en ses fibres composantes ; de ne point se contenter d'une action violente sur un faisceau aussi complexe, mais d'en faire l'exploration analytique et l'excitation dissociée ; d'être localisateur, en un mot, non point pour les racines, mais pour les radicules* qui les composent. On arrive ainsi à reconnaître dans un tronc définitif la part de chaque faisceau d'origine ; à diviser le territoire d'innervation du tronc tout entier en départements secondaires. C'est là, comme nous allons le voir, une recherche plus féconde en applications cliniques qu'une localisation trop absolue pour chaque racine, ou qu'une systématisation trop radicale.

ÉTUDE CLINIQUE.

Il nous faut maintenant confirmer ces résultats expérimentaux par la sanction clinique, et faire œuvre de conciliation entre le laboratoire et l'hôpital.

Ce ne sont point là, en effet, des recherches de pure curiosité expérimentale ou des subtilités vaines de physiologie spéculative : c'est une étude féconde en applications cliniques.

Assurément, il faut reconnaître que les phénomènes pathologiques n'ont point cette fixité, cette uniformité d'allure des observations artificielles du laboratoire : le malade n'est point comparable à l'animal stupéfié, narcotisé et passivement inerte ; il faut tenir compte de la spontanéité vitale et des réactions individuelles, de sorte que le trouble commun se complique de phénomènes particuliers et que le type symptomatique s'obscurcit et s'altère.

D'un autre côté, en dépit de son instrumentation plus compliquée, de ses procédés opératoires plus ingénieux, la physiologie est impuisssante à produire une maladie : elle peut faire des sections très précises, des mutilations très circonscrites ; elle ne peut point, avec la rigueur d'un processus inflammatoire ou la précision d'une sclérose, se limiter à certains faisceaux, se localiser à un système anatomique.

Tout inférieure qu'elle soit aux procédés pathologiques, l'analyse expérimentale est cependant capable d'une exactitude suffisante et d'applications utiles. S'il n'y a point toujours concordance entre le tableau expérimental et le tableau clinique, il faut accepter les obscurités et se résigner aux lacunes ; ce serait

assez s'il était sorti de ces recherches une raison pathogénique juste, ce serait beaucoup s'il en était résulté une application thérapeutique utile.

Ce contrôle clinique venant après l'étude expérimentale, cette subordination de l'observation médicale aux recherches du laboratoire, peut paraître renverser la hiérarchie naturelle. « J'ai vu, dit Cl. Bernard, qu'on commençait par faire, avant l'exposé des observations médicales, un résumé de tout ce que la physiologie expérimentale avait appris sur les phénomènes relatifs à la maladie dont on devait s'occuper. Ensuite on apportait des observations de malades pour montrer que la physiologie et la pathologie concordaient. Je trouve une semblable manière de procéder essentiellement funeste pour la science médicale, en ce qu'elle subordonne la pathologie, science plus complexe, à la physiologie, science plus simple. »

C'est là pourtant notre méthode ; sera-ce aussi notre condamnation ? Nous ne croyons point la mériter : ce n'était pas un problème médical posé avec toutes ses données et toutes ses inconnues dont il fallait chercher la solution ; c'était une lacune anatomique qu'il fallait combler, un point inexploré qu'il fallait étudier. Dès l'abord, nous ne prétendions point arriver à des applications cliniques immédiates, mais plutôt à des résultats expérimentaux certains ; l'observation médicale n'a point été la base de nos analyses expérimentales. C'est surtout une œuvre d'expérimentation capable d'éclairer des recherches cliniques ultérieures, un cadre expérimental pour des observations médicales futures.

De même en effet que la détermination expérimentale des centres corticaux a précédé toutes les contributions médicales confirmatives, toutes ces séries de localisations cliniques, de même nos recherches constituent un guide pour des autopsies à venir et pour des localisations pathologiques à étudier.

Nous avons cherché toutefois à commencer cette utilisation

de nos données expérimentales ; c'est là une tentative de contrôle clinique difficile avec des constatations nécropsiques peu exactes, incomplète avec des autopsies peu adaptables aux exigences de la thèse. Il faut en effet, tout en admettant la priorité des études cliniques, reconnaître que bien souvent une expérience physiologique plus précise commence une série d'observations médicales plus complètes, d'autopsies plus minutieuses, de recherches anatomo-pathologiques plus exactes,

Dans cette adaptation à la clinique de nos résultats expérimentaux, il nous fallait étudier les paralysies disséminées, les atrophies musculaires localisées à certains groupes, les désordres moteurs limités à certains mouvements.

L'enseignement clinique indique des groupements spéciaux de troubles paralytiques irréguliers ; des combinaisons inexplicables de muscles systématiquement paralysés ; des distributions capricieuses d'atrophies musculaires à des régions diverses. Ces paralysies, ces lésions, ne correspondent point à la distribution d'une seule des branches du plexus brachial : elles portent *simultanément sur des muscles innervés par différentes branches* et *sur les mêmes muscles dans tous les cas observés*. C'est là *un désordre bien ordonné*, et qui suppose une raison anatomique constante. On n'y peut voir en effet le résultat de déterminations fortuites d'une paralysie vagabonde ou de localisations atrophiques disséminées au hasard.

C'est une étude intéressante que de voir les cliniciens se plaindre de cette lacune et réclamer la raison anatomique de cette symptomatologie désordonnée. « Comment concevoir, a-t-on dit, une dissémination aussi irrégulière des atrophies ? Comment se fait-il que toute la sphère musculaire d'un même nerf ne soit pas toujours atteinte en même temps ? Comment comprendre surtout que les muscles homologues des deux côtés soient presque toujours lésés successivement [1] ? » Jaccoud, qui

[1] Jaccoud ; Leçons de clinique médicale à la Charité.

localise le siège de l'atrophie musculaire progressive dans le système nerveux trophique, estime que « disséminés dans toute la hauteur de la moelle *en des points qui malheureusement ne sont pas encore déterminés*, les centres trophiques peuvent être atteints en plus ou moins grand nombre; de là, l'atrophie de certains muscles et l'intégrité des autres. On conçoit fort bien qu'une lésion limitée à quelques cellules trophiques du membre supérieur droit gagne les points correspondants de gauche; l'atrophie bilatérale n'a donc rien de surprenant. »

C'est cette même pathogénie incertaine qui apparaît dans ce cas, rapporté par le même auteur, de paralysie irrégulièrement disséminée aux quatre membres : « La paralysie étant bornée en définitive aux plexus brachiaux et aux plexus sacrés, il faudrait, dans l'hypothèse d'une altération de la moelle, admettre dans cet organe une modification limitée aux cellules originelles des nerfs qui forment ces plexus. Mais comme la paralysie n'occupe que quelques-unes des branches, il faudrait admettre, en outre, que cette modification, par suite de je ne sais *quelle affinité élective*, n'a intéressé que quelques-unes de ces cellules. Voilà qui commence déjà à être fort extraordinaire et à dépasser les limites du possible. »

Nous voici donc conduits à une pathogénie fantaisiste ; *à une affinité élective spéciale* de la lésion pour certains muscles ; à des préférences inexplicables de la paralysie pour certains groupes; à des déterminations capricieuses et irrégulières des troubles observés.

On voit, par ces obscurités pathogéniques, combien il est utile d'établir la condition anatomique de cette distribution disséminée des désordres; combien cette étude peut éclairer cette symptomatologie bizarre. « *Les anatomistes,* comme le fait remarquer Erb, *ne donnent que peu de renseignements sur la répartition des filets musculaires dans les racines des plexus*. » C'est là en effet la solution du problème. L'anatomie détermine avec soin les

filets de division des troncs définitifs ; elle en indique avec précision les distributions différentes ; les territoires d'innervation en sont exactement délimités. Au contraire, depuis leur émergence médullaire jusqu'à leur fusion en plexus, les racines motrices nous sont à peu près inconnues. Dans quelles proportions se mélangent-elles pour former les troncs définitifs ? quelles son les conditions de cette association des fibres diverses ? commen se fait ce triage de filets nerveux ? C'étaient là autant d'inconnues au problème, autant de lacunes pour les localisations cliniques.

Il fallait, pour résoudre cette question, faire l'analyse expérimentale des plexus et l'exploration physiologique de leurs branches composantes, déterminer les lois de leur groupement, établir l'énergie spécifique et la distribution spéciale de chaque racine; et, dans le territoire d'innervation d'un tronc définitif, tracer les départements correspondant à chacune de ses branches d'origine.

C'est l'œuvre que nous avons tentée; autant du moins qu'on peut passer des données expérimentales aux applications cliniques, autant qu'on peut conclure du singe à l'homme. Ce qui semble nous démontrer que nos conclusions sont vraisemblables et nos lois acceptables, c'est qu'il n'y a point ici cette discordance trop fréquente entre les résultats expérimentaux et les observations médicales. Nous avons étudié les cas d'atrophie musculaire disséminée, les paralysies circonscrites ; nous montrerons par quelques exemples que la conciliation est facile entre les données cliniques et nos lois expérimentales.

Dans cette étude de vérification médicale, nous nous bornerons à faire le *commentaire clinique* de nos lois expérimentalement établies ; à placer à côté de chaque formule générale, de chaque loi de distribution des racines, l'observation clinique concordante, la constatation pathologique confirmative.

PLEXUS BRACHIAL.

1re LOI. — *Chaque racine se distribue aux deux plans opposés du membre : plan antérieur et postérieur.* — En pathologie, il y a peu d'exemples de déchéances musculaires atrophiques se limitant au plan de flexion ou d'extension, exclusivement; les puissances musculaires sont atteintes aux deux plans. Si l'équilibre statique du membre est rompu, si le plus souvent le membre est entraîné dans une attitude forcée de flexion permanente, ce résultat statique n'est point l'effet obligé d'une intégrité complète des muscles antérieurs ; il est, ce nous semble, la conséquence nécessaire d'une disposition anatomique que nous indiquerons.

Pour les troubles paralytiques, on peut cependant objecter la localisation exclusive de la paralysie saturnine au groupe des extenseurs; mais, là encore, la question est la même : est-ce une intégrité absolue des fléchisseurs ou bien une atteinte moins forte de ce groupe musculaire ? Et, dans ce cas, trouvons-nous dans nos résultats expérimentaux une raison physiologique de cette déchéance plus rapide, de cette dégradation plus prononcée du système musculaire extenseur ?

Qu'on se reporte à nos Tableaux d'expériences : on verra que nous y avons noté cette infériorité relative, cette différenciation physiologique moins complète du plan dorsal extenseur; nous y avons vu, pour l'excitation progressivement descendante des racines, les contractions y descendre moins régulièrement, s'y généraliser plus rapidement, s'étendre sans cette différenciation parfaite, qui caractérise le plan de flexion, à l'ensemble des extenseurs. Il ne semble donc point exact de localiser, comme Schützenberger pour le membre supérieur, les noyaux extenseurs

dans les segments médullaires inférieurs ; les centres de flexion, au contraire, dans les régions médullaires supérieures. Les noyaux cellulaires d'extension et de flexion *paraissent se juxtaposer au niveau des diverses racines,* et *non se superposer en des niveaux différents.* Mais la division physiologique, la différenciation fonctionnelle sont moins complètes pour les noyaux extenseurs ; ceux-ci ne descendent point jusqu'à la portion supérieure de la région dorsale, où se trouvent encore des noyaux fléchisseurs.

De sorte qu'une racine supérieure, qui n'a point encore fourni à la totalité des fléchisseurs, s'est déjà distribuée à l'ensemble des groupes extenseurs ; il en résulte que, pour une lésion médullaire siégeant au niveau de cette racine, ce *dernier groupe musculaire sera atteint en totalité,* tandis que les *puissances du plan de flexion ne seront que partiellement entamées* et que l'innervation de suppléance pourra facilement maintenir l'intégrité fonctionnelle. Il faut d'ailleurs ajouter à cela la prépondérance naturelle, l'énergie supérieure du système musculaire fléchisseur, de sorte que, pour un affaiblissement égal des deux groupes, la flexion demeure plus vigoureuse.

Bien des exemples cliniques démontrent cette dégradation plus rapide et plus complète du plan extenseur. Dans un cas remarquable d'atrophie musculaire progressive, Jaccoud a noté que « *les muscles interosseux étaient atrophiés en partie et le déchet était plus grand dans les interosseux dorsaux que dans les palmaires.* A l'avant-bras, les mouvements de *flexion, de pronation et de supination* étaient à peu près normaux ; l'*extension du poignet sur l'avant-bras et de celui-ci sur le bras* était limitée, lente et difficile : ce sont en effet les extenseurs et le triceps qui sont le plus fortement atteints. »

Une observation de Lancereaux est également instructive. Cet auteur a noté chez un malade le membre supérieur gauche atrophié ; tous les doigts étaient en flexion permanente ; l'exten-

sion digitale était complètement impossible. A l'autopsie, on trouva les III^{e}, IV^{e}, V^{e}, VI^{e}, VII^{e} racines atrophiées du côté gauche ; la VIII^{e} racine et les dorsales deviennent normales. N'est-ce point là une confirmation évidente de notre loi de distribution des racines ? la totalité des fléchisseurs n'était point encore innervée par les racines atteintes ; l'ensemble des extenseurs avait au contraire reçu des filets de ces racines ; de là, le maintien relatif de la flexion, la suppression totale de toute action extensive.

Dans un cas signalé par Pierret et Troisier « l'atrophie portait, à droite surtout, sur les I^{re}, II^{e}, III^{e}, IV^{e} et V^{e} racines cervicales ; elle était moins prononcée dans la VI^{e} et la VII^{e} ; à partir de la VIII^{e}, les racines semblaient reprendre leurs dimensions normales. Tous les mouvements de l'épaule droite étaient abolis ; la *flexion de l'avant-bras* était incomplète ; les *mouvements de supination et de pronation étaient possibles*, mais s'accomplissaient lentement ; les mouvements d'extension, au contraire, étaient fortement compromis. » C'est là encore une déchéance complète du plan extenseur, avec maintien relatif de l'intégrité fonctionnelle des fléchisseurs pour les mêmes segments du membre. C'est encore là une vérification clinique de notre loi de distribution qui explique ces localisations remarquables des troubles observés mieux que toute théorie de préférences inexplicables ou d'affinités hypothétiques de la lésion pour un groupe musculaire donné.

II^{e} Loi. — Nos expériences nous ont montré qu'*à mesure que l'on se rapproche des paires dorsales, l'action des racines descend aux segments inférieurs du membre.*

Cette loi est démontrée par les observations cliniques précédentes. Dans les cas de Lancereaux, de Pierret et Troisier, nous avons vu la persistance de la flexion digitale correspondant à l'intégrité de la VIII^{e} racine cervicale et de la I^{re} dorsale ; les

segments supérieurs, au contraire, étaient complètement atteints, et cette dégradation atrophique correspondait à une lésion évidente des racines supérieures. Ces mêmes observations cliniques nous ont permis d'établir que cette action des racines descend plus promptement au plan dorsal extenseur et s'y divise moins nettement à des groupes musculaires moins différenciés.

Remarquons encore que chaque accident physiologique, chaque irrégularité, expérimentalement constatée, de cette loi de descente des contractions, se traduisent en anomalies cliniques qui semblent sans cela inexplicables, en déterminations pathologiques qui paraissent désordonnées. Tous les cliniciens ont noté que la progression de l'atrophie musculaire n'est pas uniforme. « Pour passer de la main à l'épaule par exemple, dit Jaccoud, la lésion n'intéresse pas successivement tous les muscles du membre supérieur ; elle en épargne quelques-uns, en frappe quelques autres, et parfois s'élance, d'un bond, de la main au deltoïde. » C'est là un saut inexplicable, une localisation étonnante, si l'on ne remarque dans nos Tableaux expérimentaux qu'une racine qui fournit au segment inférieur du membre, prend encore part à l'innervation du deltoïde ou du grand pectoral par un rameau supérieur, sans intéresser en rien les muscles des segments intermédiaires.

De même, nous verrons tout à l'heure, dans les paralysies radiculaires de Erb, le trouble paralytique atteindre constamment, dans la sphère du radial, le *long supinateur avec intégrité absolue* du triceps. C'est une *remarque expérimentale* notée dans nos Tableaux d'observations sur le chien, que ce retard dans l'innervation de la longue portion du triceps ; alors que la masse des radiaux était déjà contractée par l'excitation d'une racine, l'inertie du triceps était encore complète.

Notre deuxième loi est encore démontrée par le fait de Traube. Le cas rapporté par Traube concerne un homme qui, à la suite d'ostéo-sarcome vertébral, présenta une atrophie considérable

des mains et des avant-bras. A l'autopsie, on trouve la VIII[e] vertèbre cervicale transformée en une masse spongieuse; la moelle était comprimée et altérée à ce niveau. C'était donc une atrophie partielle et inférieure dépendant d'une lésion médullaire partielle et inférieure.

L'observation suivante, que nous reproduisons en totalité, est un exemple concluant d'atrophie musculaire limitée à la main, coïncidant avec une lésion médullaire circonscrite au niveau d'une racine cervicale inférieure. L'autopsie y est minutieuse, l'étude symptomatique précise ; elle constitue *un argument clinique* indiscutable en faveur de nos résultats expérimentaux.

Note sur un cas d'atrophie des muscles de l'éminence thénar droite, avec lésion de la moelle épinière.

par J.-L. Prévost, médecin en chef,
et C. David, interne de l'hôpital cantonal de Genève.

OBSERVATION.

Le fait que nous publions ici, M. David et moi, est intéressant en ce qu'il s'agit d'une atrophie avec transformation graisseuse bornée uniquement aux muscles de l'éminence thénar. Cette atrophie, qui selon les renseignements donnés par le malade datait de l'enfance, coïncidait avec une lésion limitée de la moelle épinière caractérisée par :

1° Une atrophie manifeste de la racine antérieure droite de la huitième paire cervicale ;

2° Une très légère atrophie de la racine antérieure droite de la septième paire cervicale ;

3° Une atrophie de la corne antérieure de substance grise à ce niveau, s'étendant dans une longueur de 2 à 3 centimètres.

Nous n'avons pas trouvé d'atrophie des muscles de l'avant-bras ni des autres muscles de la main. Ces parties ont été seules disséquées, mais rien n'indiquait pendant la vie qu'il y eût d'autres muscles atrophiés.

Voici l'observation relative à ce cas.

Le nommé Louis F..., âgé de 60 ans, fabricant de pianos, entre à l'hôpital cantonal de Genève, service de M. le Dr Revilliod, le 26 mars 1874.

Cet homme présentait une atrophie complète des muscles de l'éminence thénar droite qu'il prétendait avoir eue depuis son enfance ; il ne savait à quoi l'attribuer, n'avait jamais eu d'accidents, n'avait jamais éprouvé de douleur. Il ne se plaignait que de la faiblesse de son pouce, avec lequel il ne pouvait exécuter les mouvements d'opposition. Les os du pouce ne paraissaient pas sensiblement moins volumineux que ceux du côté opposé.

Autopsie.— *Main droite*. Les muscles de l'éminence thénar sont complètement transformés en graisse. Ils forment des masses blanches sur lesquelles on distingue encore les faisceaux musculaires que l'on peut isoler les uns des autres, mais ils ont subi une transformation graisseuse complète. Ces muscles sont en outre très amincis et peu volumineux.

L'examen microscopique montre que ces faisceaux graisseux son formés de séries de grosses vésicules adipeuses, limitées par places par du tissu conjonctif. On ne reconnaît plus la fibre musculaire striée, sauf en quelques points, où il reste quelques fibres conservées intactes.

Sur la face palmaire de l'éminence thénar, il reste une mince couche musculaire transversale, formant trois à quatre faisceaux d'une coloration rouge et en grande partie saine. Ce faisceau fait probablement partie de l'adducteur du pouce.

Le premier interosseux dorsal, longeant le bord externe du métacarpien de l'index, est complètement atrophié et transformé en graisse.

Tous les autres muscles de la main et de l'avant-bras sont sains et présentent une belle coloration rouge ; ils sont bien charnus et contrastent avec les muscles atrophiés. L'éminence hypothénar en partie est intacte.

Les nerfs de l'avant-bras et de la main ne paraissent pas malades à l'œil nu, mais il est fort difficile d'obtenir une notion précise sur leur intégrité. Ces nerfs ont été disséqués, on en a dissocié les rameaux, l'examen microscopique y a fait découvrir des fibres saines ; cependant, dans les nerfs qui se rendaient aux muscles atrophiés, nous avons été frappés de l'abondance du tissu conjonctif ; les fibres nerveuses étaient très rares. Ajoutons que l'altération cadavérique rendait l'examen des nerfs très difficile et nous empêchait de formuler des conclusions précises à leur égard.

Racines rachidiennes.— On constate à l'œil nu et à l'état frais que la huitième racine cervicale antérieure offre un volume notablement moindre que celle du côté gauche. A gauche, cette racine présente trois faisceaux d'origine ; on n'en découvre que deux du côté droit. Après la réunion des faisceaux d'origine, cette racine est beaucoup plus grêle que celle du côté gauche.

La septième racine cervicale droite est peut-être aussi un peu moins considérable que la gauche, mais la différence de volume n'est point apparente comme pour la huitième cervicale.

Les autres racines sont égales des deux côtés.

Moelle épinière. —L'examen de la moelle, fait après durcissement dans l'acide chromique, donne les résultats suivants :

Au bas de la région cervicale et dans une étendue d'environ 2 centim. au moins, au niveau de la racine nerveuse atrophiée qui occupe la partie médiane de la lésion, on constate déjà à l'œil nu, et mieux encore avec un faible grossissement, que la corne antérieure de substance grise du côté droit est notablement moins considérable que celle du côté gauche : elle a subi une atrophie manifeste, prononcée surtout au milieu de la partie altérée. Cette atrophie diminue progressivement en haut et en bas du point le plus altéré ; la corne antérieure redevient progressivement normale, en haut du côté du cerveau, et en bas, du côté de la région dorsale.

Un peu au-dessous du renflement cervical commence la lésion, qui s'accentue progressivement, pour être à son maximum au niveau du point d'émergence de la huitième paire rachidienne. En descendant, on voit l'atrophie diminuer progressivement et disparaître enfin complètement quand on arrive au commencement de la région dorsale ; à plus forte raison n'existe-t-elle plus au niveau de la partie moyenne

de la région dorsale : ces trois dernières coupes présentent une symétrie complète. Il en est de même de la région lombaire dont la substance grise est tout à fait symétrique.

Examen microscopique. — L'examen microscopique montre au niveau de l'altération une atrophie scléreuse de la corne antérieure droite. On ne retrouve plus au niveau altéré que quelques cellules du groupe externe ou latéral. Ces cellules diminuent de plus en plus de nombre à mesure que l'on atteint les parties les plus fortement affectées. Dans les parties limitées où l'altération est moindre, on trouve des cellules réduites à l'état rudimentaire, à peine reconnaissables, déformées, et offrant un volume quatre ou cinq fois moindre qu'à l'état normal. Les autres groupes cellulaires (antérieur et moyen ou interne) sont normaux.

Cette disparition des cellules du groupe externe se voit bien sur une coupe pratiquée un peu au-dessous du niveau le plus atrophié ; nous n'avons pas obtenu de bonnes coupes au niveau où l'altération, vue à l'œil nu, paraissait le plus accentuée ; il est probable que la disparition des cellules y serait encore plus complète.

Au niveau de la partie altérée, on trouve un tissu fibrillaire légèrement granuleux par places, se colorant vivement par le carmin et étant remarquable par sa fragilité. Il est très difficile d'obtenir des coupes parfaites à ce niveau, vu la fragilité du tissu. Dans presque toutes les préparations, on aperçoit des déchirures, des failles de la partie sclérosée. Ces déchirures se voient à l'œil nu sur les coupes transversales de la moelle, même avant d'y pratiquer des coupes minces ; elles apparaissent alors comme des lacunes. Sur les coupes minces, l'apparence de ces lacunes rappelle assez bien ce que M. Lockhart Clarke nomme désintégration granuleuse. Nous pensons devoir attribuer ces lacunes à la fragilité du tissu constituant la partie altérée.

La substance blanche paraît saine ; cependant le cordon antéro-latéral et surtout l'antérieur droit semblent contenir un réseau de fibres conjonctives un peu plus riche que le cordon du côté opposé. Il a peut-être subi à ce niveau un léger degré de sclérose, mais cela est douteux.

La détermination exacte du niveau de la moelle épinière qui est atteint et des muscles altérés, dans les cas d'atrophies mus-

culaires localisées, présente un intérêt physiologique évident. On sait en effet, d'après les observations publiées jusqu'ici, que les muscles atrophiés diffèrent selon le niveau de la lésion médullaire.

L'observation que nous publions ici peut servir à démontrer que les muscles de l'éminence thénar sont innervés par des nerfs partant de la région cervicale inférieure et contenus en grande partie dans la racine antérieure de la huitième paire cervicale. »

3e Loi. — *En même temps qu'elles descendent aux segments inférieurs du membre, les contractions gagnent progressivement les masses musculaires, du bord externe du membre vers le bord interne.* — Erb a communiqué au Congrès des naturalistes de Heidelberg une Note sur une localisation particulière de la paralysie dans le plexus brachial. Il en cite quatre observations remarquables par un groupement spécial et constant des muscles paralysés.

Le caractère de ces paralysies localisées, c'est qu'elles ne correspondent pas à la distribution d'une seule des branches principales du plexus brachial ; elles portent simultanément sur un certain nombre de muscles innervés par diverses branches de ce plexus, et sur les mêmes muscles dans tous les cas obervés.

Dans les quatre observations de Erb reproduites par Straus [1], les muscles atteints étaient le deltoïde, le biceps, le coraco-brachial, le long supinateur. C'est là un groupement de la paralysie qu'aucune condition anatomique ne semble justifier ; le deltoïde est innervé par le nerf circonflexe, le biceps et le coraco-brachial par le musculo-cutané, le long supinateur par le radial. Trois nerfs sont partiellement intéressés ; rien n'explique cette sympathie de la lésion pour une partie limitée de leur territoire d'innervation. Aussi Erb en cherche la raison en avant des

[1] Straus ; Cas de paralysie spontanée du plexus brachial. (*Gazette hebdomadaire*, 1880.)

troncs définitifs ; au niveau des plexus ou plutôt sur les racines mêmes qui les constituent ; il crée le mot de « paralysies radiculaires » et en décrit la symptomatologie. Il regrette la lacune anatomique et indique que chaque racine doit toujours contenir les mêmes fibres motrices. Il prévoit que le groupement des troubles moteurs pourra permettre de déterminer le siège de la lésion, et il essaie de suppléer à des données physiologiques insuffisantes par une exploration faradique imparfaite du plexus brachial.

En excitant, chez certains sujets, à l'aide d'une fine électrode, un point déterminé situé entre les deux scalènes et correspondant à l'émergence des V^e^ et VI^e^ racines cervicales, il a réussi à faire contracter simultanément le deltoïde, le biceps, le coraco-brachial et le long supinateur. Il a même réussi parfois à exciter les dernières racines isolément, de telle sorte qu'alors *tous les muscles innervés par le radial se contractaient, excepté le long supinateur.* C'est là une méthode d'expérimentation moins précise que notre excitation dissociée, mais les résultats sont les mêmes et les conclusions identiques : la masse musculaire du bord radial externe est innervée avant l'ensemble du groupe extenseur ; le retard, expérimentalement constaté, dans l'innervation du triceps, explique son integrité, et la clinique vient confirmer cette loi du transport des contractions du bord radial vers le bord cubital.

Remak [1] a présenté à la Société de Médecine de Berlin une malade atteinte de paralysie du plexus brachial reproduisant le type de la paralysie radiculaire de Erb.

Voici le résumé de cette observation.

OBSERVATION.

Une femme est venue me consulter pour une atrophie considérable du deltoïde gauche ; rien d'anormal du côté de l'épaule.

[1] Remak ; Zur Pathologie der Lähmungen des Plexus brachial. (*Berl. klinische Wochenschr.*, 1877, n° 9.)

A la partie supérieure du bras gauche, atrophie qui porte sur les fléchisseurs; la mensuration donne pour la circonférence 2 centim. de moins qu'au bras droit. En outre, l'avant-bras étant fléchi et la main en demi-pronation, le *long supinateur* ne se contracte pas, tandis que de l'autre côté il fait une forte saillie.

Tous les muscles *qui sont sous la dépendance du radial, le triceps, les extenseurs, sont intacts.*

Cette observation constitue le type de la paralysie radiculaire; elle montre bien cette localisation spéciale, ce groupement des troubles paralytiques que nos tableaux d'expériences justifient et expliquent.

Quant à la fréquence relative de cette forme spéciale de la paralysie du plexus brachial, Remak l'attribue à la disposition du point d'émergence des V^e^ et VI^e^ nerfs cervicaux; il correspond en effet à l'angle rentrant formé par le cou et l'épaule : C'est là une occasion toute prête, un vrai « *locus minoris resistentiæ* », tout accessible aux causes morbides spontanées et aux traumatismes.

On s'explique ainsi que cette même combinaison des troubles paralytiques se retrouve dans les « paralysies obstétricales », que Duchenne a décrites, chez les nouveau-nés, comme la suite d'accouchements pénibles; la paralysie se limite là encore au deltoïde, au biceps, au coraco-brachial et au long supinateur.

Hœdemaker[1] a aussi étudié cette variété de paralysie : il note les mêmes combinaisons de muscles paralysés, fait les mêmes explorations électriques, propose la même raison pathogénique. La seule constatation originale est l'observation simultanée de troubles de sensibilité sur la partie radiale de l'avant-bras et à la face externe du bras : or, c'est une loi démontrée par Krause, qu'une racine fournit à la sensibilité de la surface cutanée recouvrant le territoire musculaire qu'elle innerve : c'est une preuve

[1] Centralbl. f. med. Wiss., 1880.

de plus en faveur de notre troisième Loi, un argument nouveau pour notre formule expérimentale.

Notons ici que, dans l'observation de Prévost et David, la déchéance atrophique des muscles de l'éminence thénar, c'est-à-dire du plan musculaire *externe* de la main, coïncide avec une lésion prédominante du groupe cellulaire *externe* des cornes antérieures, au niveau du point médullaire atteint. Faut-il y voir une simple coïncidence ou une relation causale ? La vérification expérimentale est en tout cas impossible : nos procédés opératoires n'ont pas cette puissance d'analyse subtile, de dissociation délicate d'éléments anatomiques. Il est un point minimum d'analyse expérimentale que nous ne pouvons dépasser.

PLEXUS LOMBO-SACRÉ.

Iʳᵉ Loi.— *A mesure que l'excitation descend aux racines inférieures, la contraction gagne les segments inférieurs du membre.*

Pour le plexus lombaire, les autopsies sont moins précises, accompagnées de constatations anatomo-pathologiques moins exactes ; le contrôle clinique est, par suite, moins évident.

On peut cependant vérifier notre Loi par quelques exemples. Dans une observation de paralysie infantile, Prévost a noté que, sur le membre gauche, les muscles de la jambe, du pied, ainsi que du tiers inférieur de la cuisse, étaient complètement réduits en graisse ; à cette distribution des déchéances atrophiques correspondaient des altérations médullaires remarquables, une atrophie radiculaire évidente du côté gauche, depuis la partie moyenne du renflement lombaire jusqu'à l'extrémité de la queue de cheval. Cette observation n'est, comme on le voit, qu'un parallèle, sans détails histologiques minutieux, sans localisation rigoureuse des lésions, entre une dégradation atrophique *inférieure* du membre observé et une altération de la partie *inférieure* du segment médullaire correspondant. Ce n'est qu'une preuve approximative, qu'une constatation peu précise.

Il est un point intéressant que confirment quelques cas cliniques et qui ressort évidemment de nos Tableaux d'expériences. C'est d'ailleurs la reproduction de ce que nous avons constaté pour le membre supérieur. Ici encore, les groupes extenseurs sont innervés en totalité avant que l'ensemble des fléchisseurs ait reçu son innervation complète ; ici encore, grâce à cette disposition anatomique, l'intégrité relative des agents de flexion se maintient, alors qu'au plan d'extension l'inertie est complète.

C'est ce que démontrent les deux observations suivantes. Dans un cas de pied bot équin, *Déjerine* a noté que les muscles de la région antérieure de la jambe étaient très diminués de volume, le pédieux dégénéré à un moindre degré. Le pied bot équin coïncidait avec une intégrité fonctionnelle du triceps sural et des fléchisseurs. L'examen microscopique montra qu'à la partie moyenne du renflement dorso-lombaire, toutes les cellules avaient disparu dans la zone antéro-externe des cornes antérieures. Au-dessous de cette partie moyenne, la lésion s'altérait et s'atténuait rapidement. Les cellules nerveuses réapparaissaient progressivement avec tous leurs caractères. Voilà donc, pour une lésion de la région moyenne du renflement lombaire, avec intégrité de la partie inférieure, une atteinte complète du groupe extenseur, avec fonctionnement conservé des muscles fléchisseurs.

L'observation de M. *Vulpian* est encore plus concluante. Sur un même malade, on notait *au membre inférieur droit* l'affaissement atrophique du triceps sural et de la plupart des muscles de la jambe ; l'extenseur commun des orteils était en partie conservé ; les péroniers ne sont point mentionnés. Les muscles de la cuisse sont altérés, à l'exception du groupe antéro-interne (droit antérieur ; droit interne ; demi-tendineux et demi-membraneux). Qu'on se reporte à nos Tableaux expérimentaux : on verra que les muscles indemnes sont fournis par des racines lombaires supérieures ; les groupes atteints reçoivent des paires inférieures. Or l'autopsie a montré que, dans la partie inférieure du renflement dorso-lombaire, la moitié droite de la moelle est moins volumineuse que la moitié gauche. La substance grise de la moitié droite participe à cette diminution de volume. Un peu au-dessus, la symétrie se rétablit dans les deux moitiés de la moelle. —*Au membre inférieur gauche*, ce sont les muscles pectiné, premier adducteur, droit interne, vastes interne et externe, qui ont subi l'altération graisseuse ; on voit dans nos Tableaux d'expériences que ces muscles sont innervés par les racines lombaires

supérieures. Or, l'autopsie a montré que, vers la partie *supérieure* du renflement dorso-lombaire, c'était sur la corne antérieure gauche que portait la lésion médullaire.

Une adaptation aussi complète des faits cliniques aux données expérimentales est un contrôle suffisant et une vérification concluante.

2e Loi. — En même temps que les *contractions descendent aux segments inférieurs du membre, elles gagnent, à mesure que l'excitation descend aux racines inférieures, les masses musculaires, du bord interne du membre vers son bord externe.*

Nos expériences nous ont montré en effet les adducteurs, c'est-à-dire le groupe musculaire interne de la cuisse, fournis avant les autres groupes du même segment; nous avons vu aussi le jambier antérieur innervé avant la masse externe des péroniers latéraux.

Ici encore, la concordance est complète entre les données de l'expérience et les constatations de la clinique. L'observation de *Vulpian* nous a montré la dégradation atrophique des adducteurs, pectiné et droit interne, coïncidant avec une lésion de la partie supérieure du renflement dorso-lombaire.

L'observation rapportée par Jaccoud est un exemple confirmatif du second fait expérimental. « *A la cuisse, c'est la région antéro interne* qui est le plus affaissée; c'est donc le groupe des extenseurs et des adducteurs qui a le plus souffert. A la jambe, on peut enfoncer la main dans l'espace tibio-péronier antérieur sans être arrêté par la résistance des muscles; *seule, la saillie externe produite par les péroniers* a conservé ses proportions ordinaires.... Lorsque, la malade étant dans le décubitus dorsal, vous lui commandez d'élever sa jambe droite au-dessus du lit, vous voyez le mouvement débuter avec une lenteur insolite; puis, quand la région poplitée commence à s'élever, le membre en totalité est subitement projeté en dehors. *Cette projection*

résulte de l'atrophie des muscles antérieurs et internes, et de l'intégrité du vaste externe, du tenseur du fascia lata, et des péroniers latéraux. »

C'est là un fait clinique remarquable ; la dissociation des troubles y est complète, la localisation des lésions est parfaite. Il n'y manque que la constatation de l'autopsie ; mais la concordance absolue des troubles indiqués, avec nos résultats expérimentaux, est une garantie indiscutable : on ne peut réclamer une alliance plus complète de la clinique et du laboratoire.

Il est intéressant de rapprocher de ces faits les essais de localisation spinale tentés par Remak et Schützenberger avec les seules ressources des observations cliniques. Suivant Remak, le tibial antérieur se sépare du groupe du sciatique pour se rapprocher des muscles du crural. Le noyau de ce muscle serait, en un point du renflement lombaire, distinct des autres muscles. D'après Remak, «les cellules ganglionnaires du domaine des muscles du crural et de l'obturateur seraient dans la partie moyenne du renflement lombaire. Du reste, il n'y a pas un type de la jambe, toutes les combinaisons d'atrophie musculaire étant possibles au-dessous du genou. » (Grasset ; *Mal. du Syst. nerv.*)

Schützenberger a également observé que « lorsque le segment inférieur du renflement lombaire est malade, ce sont les nerfs moteurs de la jambe qui sont atteints et ceux de la cuisse restent sains. Quand la lésion est située plus haut, les troubles moteurs gagnent les fléchisseurs de la jambe, tels que le semi-tendineux, le semi-membraneux, et le biceps. *L'extrémité tout à fait inférieure du renflement lombaire semble desservir le groupe des péroniers.* »

Ce sont là des arguments cliniques indiscutables, des observations médicales concluantes, parce qu'elles sont fournies par des cliniciens sans idée fixe de localisation spinale absolue, sans théorie physiologique préconçue.

CONCLUSIONS.

Nous avons pu, sans violenter trop les observations médicales, sans les façonner à plaisir, pour les exigences de la théorie ou les besoins de la thèse, faire entrer dans ce cadre, expérimentalement établi, quelques cas cliniques, quelques constatations pathologiques.

Nous sommes arrivé à une conciliation satisfaisante, à une concordance relative entre les données de l'expérience et les observations de la pathologie. L'œuvre, assurément, est imparfaite, mais elle n'a aucune prétention clinique. Nous avons voulu élucider un point de physiologie et non faire l'étude d'une question de pathologie spéciale. Notre tentative d'adaptation clinique n'est qu'un contrôle de nos résultats, n'est qu'un moyen de vérification.

On ne peut point prévoir toutes les applications cliniques d'un fait expérimental : Cl. Bernard, sectionnant le sympathique, ne pensait point quel usage ou plutôt quel abus on ferait de cette expérience pour l'appliquer à outrance à la pathogénie de phénomènes morbides multiples. Hitzig et Ferrier, excitant l'écorce cérébrale, ne pouvaient fournir à l'avance toutes les listes de lésions corticales, toutes les localisations cliniques qui ont suivi. C'est en général un fait expérimental plus précis qui inaugure une série de recherches plus exactes ; ce serait beaucoup si nos résultats expérimentaux étaient un guide pour des autopsies plus minutieuses, pour des constatations anatomo-pathologiques plus complètes.

On peut être sceptique sur l'utilité de cette tentative de physiologie pathologique. N'est-il point cependant permis d'espérer que des localisations plus exactes dicteraient, en l'espèce, une

thérapeutique plus précise ? Au lieu d'actions locales aveugles et incertaines, elles permettraient une intervention éclairée localisée aux points de lésion, limitée aux parties atteintes. Remak a noté, dans trois cas de la paralysie radiculaire de Erb, la compression des racines par des ganglions lymphatiques dégénérés ; si, de la connaissance des troubles moteurs, on pouvait déduire la notion des racines intéressées, l'intervention thérapeutique serait ainsi plus efficace, parce qu'elle pourrait être plus immédiate et mieux dirigée.

Et d'ailleurs, si l'on doute des applications utiles de ces recherches, ne serait-ce point assez que d'avoir comblé une lacune anatomique, établi une notion pathogénique juste ? Aux hypothèses banales de déterminations capricieuses de la lésion en certains groupes musculaires, d'affinités inexplicables ou de préférences inadmissibles, on substitue une raison anatomique constante, une condition organique invariable. Au lieu d'une symptomatologie désordonnée, c'est une distribution régulière des troubles observés : le désordre symptomatique apparent a pour raison un ordre anatomique constant. Lors même que ce ne serait qu'une notion pathogénique nouvelle, ne voit-on pas, par une tendance malheureuse, le chapitre de la Pathogénie empiéter de plus en plus, dans l'étude des maladies, sur celui du Traitement, et réduire ce dernier à une importance minime, à une place restreinte ?

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

Müller. — Physiologie.

Kronenberg. — Plexuum nervorum Sructura et virtutes. Berol., 1836.

Bartoloméo Panizza. — Richerche sperimentali sopra i nervi. Annali universali di Medicina, 1834.

Peyer. — Zeitschrift für rationnelle Medicin, 1854.

Krause. — Beitrage zur Neurologie der oberen Extremität, 1865.

David Ferrier et Gêrald Yéo. — The fonctionnal relations of the motor Roots of the Brachial and Lombo-Sacral Plexuses, mars 1881.

Paul Bert. — Société de Biologie, 1881.

Paolo Bert, Dott., Marcacci. — Communicazione preventiva sulla distribuzione delle radici motrici nei muscoli degli arti. — Lo Sperimentale, octobre 1881.

Cl. Bernard. — Leçons de physiologie expérimentale.

Jaccoud. — Les paraplégies et l'ataxie.

— Leçons de clinique médicale faites à la Charité.

Grasset. — Traité des maladies du Système nerveux.

Charcot. — Leçons sur les maladies du Système nerveux.

Remak. — Zur pathogenese der Bleilähmungen. Arch. f. Psych., 1876.

— Uber die Localisation athrophischer Spinallähmungen und spinaler Muskel-atrophien. Ibid, 1879.

Vulpian. — Cas d'atrophie musculaire datant de l'enfance. Archiv. de Physiol., 1870.

Déjerine. — Note sur l'état de la moelle épinière dans un cas de pied bot équin. Arch. de Physiologie.

Pierret et Troisier. — Note sur deux cas d'atrophie musculaire progressive. Arch. de Physiologie 1875.

Prévost et David. — Note sur un cas d'atrophie des muscles de l'éminence thénar droite avec lésion de la moelle épinière. Arch. de Physiol.

Sarrade.— Sur certaines formes rares de paralysies du plexus brachial. Thèse de Paris, 1880.

Straus.— Cas de paralysie spontanée du plexus brachial. Gaz. hebd., 1880.

Remak.— Zur Pathologie der Lähmungen des Plexus brachialis, in Berl. Klinisch. Woch., 1877.

Erb.— Uber eine eigenthumliche Localisation von Lähmungen in Plexus brachialis, 1875.

Hœdemaker.— In Centralbl. fur med. Wiss., 1880, pag. 83.

Vu :
Le Président-Censeur,
BENOIT.

Vu, bon à imprimer.
Le Doyen,
J. BENOIT.

Permis d'imprimer.
Le Recteur de l'Académie.
G. CHANCEL.

QUESTIONS TIRÉES AU SORT

AUXQUELLES LE CANDIDAT RÉPONDRA VERBALEMENT

(Arrêté du 22 mars 1842.)

Chimie médicale et Pharmacie.

La cause de la fermentation de l'urine et les produits de cette fermentation.

Physique médicale.

Théorie et application des appareils thermo-électriques.

Botanique et Histoire naturelle médicale.

Définir le fruit et faire connaître les différentes parties dont il se compose.

Anatomie.

Origine et distribution des arcades artérielles.

Anatomie Pathologique et Histologie.

De la gangrène au point de vue de l'anatomie pathologique.

Physiologie.

De la lymphe et de ses fonctions,

Pathologie médicale ou interne.

Diagnostic de la tuberculisation générale aiguë.

Pathologie chirurgicale ou externe.

Diagnostic différentiel de la cataracte.

Thérapeutique et Matière médicale

De l'ergot de seigle et de ses indications.

Opérations et Appareils.

De l'hystérométrie et du cathétérisme utérin.

Médecine légale et Toxicologie.

De la superfétation.

Hygiène.

De l'utilisation des eaux d'égouts.

Accouchements.

Des changements de position de l'utérus aux diverses époques de la grossesse.

Clinique interne.

Des récidives dans la fièvre éruptive.

Clinique externe.

Des diverses espèces d'ophtalmie et des moyens de les reconnaître.

Clinique des maladies mentales et nerveuses.

Du délire des actes chez les aliénés.

Titre de la Thèse à soutenir.

Distribution des racines motrices dans les muscles des membres.

SERMENT.

En présence des Maîtres de cette École, de mes chers Condisciples et devant l'effigie d'Hippocrate, je promets et je jure, au nom de l'Être Suprême, d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la Médecine. Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent, et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail. Admis dans l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe; ma langue taira les secrets qui me seront confiés. et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs ni à favoriser le crime Respectueux et reconnaissant envers mes Maîtres, je rendrai à leurs enfants, l'instruction que j'ai reçue de leurs pères.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses!

Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères si j'y manque!